



ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА УПРАВЛЯЕМОЙ ЭВОЛЮЦИИ НА УРОВНЕ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ВИДОВ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Шинкаренко В.Ф., д.т.н.,

Котлярова (Лысак) В.В., аспирант*

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Тел. (044) 406-82-86

Аннотация – обобщены результаты теоретических и экспериментальных исследований, подтверждающих наличие генетических программ видообразования в развивающихся функциональных классах электромеханических систем. На примере нового функционального класса электромеханических дезинтеграторов многофакторного технологического действия показана практическая возможность перехода от эволюции наблюдаемой к стратегии управляемой эволюции техническими инновациями.

Ключевые слова – класс электромеханических дезинтеграторов, генетический код, генетическая программа, геном, вид, объект, инновационный синтез, управляемая техническая эволюция.

Постановка проблемы. Открытие новых Видов в живой природе рассматривается наукой как научная сенсация и составляет предмет научных исследований и дискуссий об источниках происхождения и границах разнообразия живых организмов и растений, обитающих на нашей планете. Один из выдающихся ученых современности Эрнст Майр, определяя актуальность проблемы Вида в эволюционной эпистемологии, отмечал: «Видообразование представляется ныне ключевой проблемой эволюции. Замечательно, сколь многие проблемы эволюции не могут быть вполне поняты до тех пор, пока не будет понято видообразование» [1].

Проблема Вида была и остается одной из ключевых и сложнейших проблем не только в биологии, но и в других научных дисциплинах, теоретический базис которых составляют фундаментальные положения генетической теории эволюции.

Сегодня уже не вызывает сомнения тот факт, что технические

системы, как и системы естественного происхождения, относятся к классу эволюционирующих систем. Становится очевидным, что игнорирование принципов наследственности и процессов развития при проектировании сложных технических систем, в конечном итоге, приводит к созданию несовместимых с природой либо нежизнеспособных систем. Поэтому задачи познания и экспериментального подтверждения законов видообразования представляют одну из наиболее актуальных научных проблем в технических науках, решение которой определяет стратегию перехода от наблюдаемой эволюции технических систем к управляемому использованию их инновационного потенциала.

Анализ последних исследований. До последнего времени факт открытия новых Видов в технике не фиксировался и не исследовался по причине отсутствия теории видообразования и неопределенности самого понятия Вида технической системы. Генетическая природа Видов электромеханических систем (ЭМ-систем) и их непосредственная связь с элементным базисом Порождающей периодической системы электромагнитных элементов впервые получили научное обоснование только после открытия генетической классификации (ГК) первичных источников электромагнитного поля и разработки основ генетической теории эволюции электромагнитных и электромеханических преобразователей энергии (ЭМПЭ) [2]. Основу теории эволюции составила теория генетического видообразования ЭМПЭ. Идея существования генетических программ видообразования как системной основы структурного предвидения в развивающихся ЭМ-системах получила научное обоснование в последующих публикациях автора и его учеников [3-6].

Формулирование цели статьи. Целью данной статьи является обобщение результатов геномно-эволюционных экспериментов, подтверждающих взаимосвязь между фактами теоретического предвидения и последующего введения в техническую эволюцию новых Видов и разновидностей ЭМПЭ, информация о которых впервые была получена по результатам расшифровки генетических программ. Функцию объекта исследования выполнял новый функциональный класс электромеханических дезинтеграторов (ЭМД) многофакторного действия, предназначенных для осуществления и интенсификации широкого спектра нанотехнологий [6].

Основная часть. На предшествующих этапах исследований было установлено, что между периодической структурой ГК и реальным процессом технической эволюции Видов ЭМПЭ существует детерминированное соответствие, которое определяется иерархической последовательностью генетически обусловленных уровней структурной организации. Каждому такому уровню ставится в соответствие опре-

деленный носитель информации и генетический закон (табл. 1).

Таблица 1 – Взаимосвязь уровней структурной организации ЭМПЭ с элементарным базисом Порождающей периодической системы первичных электромагнитных элементов

Уровень структурной организации	Носитель генетической информации	Принцип, закон
Хромосомный	Первичный источник электромагнитного поля (родительская хромосома x- или y-типа)	Принцип сохранения электромагнитной симметрии; Принцип топологической инвариантности источника поля; Принцип диссимметризации П. Кюри
Объектный	Электромеханическая структура	Принцип сохранения генетической информации
Популяционный	Генетически модифицированная парная электромагнитная хромосома	Принципы внутривидовой генетической изменчивости (репликация, инверсия, кроссинговер, скрещивание, мутация)
Видовой	Геном Вида	Закон устойчивости видовых форм
Системный	Гомологические ряды; Геном функционального класса	Закон гомологических рядов ЭМ-систем

Экспериментальная проверка геномно-эволюционного соответствия между элементарным базисом и реальным процессом видообразования ЭМ-систем осуществлялась путем идентификации генетических кодов электрических машин и электромагнитных устройств различного функционального назначения, созданных за всю историю электромеханики. Количество объектов, которые подлежали геномно-эволюционному анализу за последние 15 лет, составляло порядка 500 – 800 единичных объектов в год. На основе анализа и обобщения геномно-эволюционных экспериментов стало очевидным, что все разнообразие ЭМ-систем, созданных предшествующими поколениями специалистов, однозначно распознается через элементарный базис ГК, выполняющий функцию глобальной генетической программы видообразования ЭМПЭ.

Теоретическое и экспериментальное обоснование наследственного принципа «одна форма источника поля – один Вид», стало неожиданным подтверждением известного тезиса выдвинутого еще в 1751 г. основателем биологической систематики К. Линнеем: «Видов насчитываем столько, сколько различных форм было создано изначально». Наличие указанной закономерности в живой природе, как известно, обобщается законом устойчивости видовых форм, идею которого впервые сформулировал Ж. Кювье. В 1928 г. академик В.И. Вернадский писал: «...Устойчивость видовых форм в течение миллионов лет, миллионов поколений, может, даже составляет самую характерную черту живых форм». Обнаружение этой устойчивой свя-

зи в объектах электромагнитного и электромеханического типа позволяет распространить закон устойчивости видовых форм не только на живые, но и на антропогенные (в том числе и технические) системы.

Устойчивость произвольного Вида ЭМ-систем определяется разнообразием его популяционной структуры. Чем выше внутривидовое разнообразие, тем устойчивее развитие Вида по отношению к влиянию дестабилизирующих факторов окружающей среды. Время формирования популяционной структуры Вида ЭМПЭ исчисляется десятками лет. Время эволюции самых «древних» эволюционных деревьев (например, Видов вращающихся электрических машин ЦЛ 0.2у и ТП 0.2у), составляет 160 – 180 лет. Но их эволюция еще далека от завершения. В теории генетического моделирования структурное разнообразие Видов моделируется многомерным комбинаторным пространством генетических операторов синтеза: скрещивания, репликации, инверсии, кроссинговера и мутации [7], которые отображают генетически допустимый уровень структурной изменчивости в пределах, ограниченной генетической информацией (генетическим кодом) родительской хромосомы. Время синтеза генетической модели с полной расшифровкой его генома можно осуществить за несколько часов или несколько минут (компьютерная версия). Существенное сокращение временных и материальных ресурсов на поисковые исследования инновационного характера, при условии гарантированной полноты решения задачи, – одно из неоспоримых преимуществ генетического моделирования.

Совокупность генетически модифицированных электромагнитных хромосом, синтезированных в результате применения генетических операторов синтеза, обобщаются понятием генома Вида. Такие хромосомные наборы содержат в себе системную информацию о структурном потенциале и системных свойствах всех структур-потомков, которые уже возникли в процессе эволюции, или могут возникнуть в будущем (эволюционным путем или в результате направленной эволюции).

Инвариантность и полнота информации относительно времени эволюции и сложности объектов-потомков, характерная для элементного базиса ГК, обуславливает два подхода к организации и проведению эволюционных экспериментов. Первый подход можно обобщить понятием геномно-исторического эксперимента. Он обусловлен первичностью процесса эволюции ЭМ-объектов по отношению к его генетическим программам, расшифровка которых стала возможной только в последнее время после разработки фундаментальных положений генетической теории эволюции ЭМ-систем.

Сущность геномно-исторического подхода заключается в экспериментальной проверке генетической природы исторически сложившегося разнообразия ЭМ-объектов, созданных предыдущими поколе-

ниями специалистов. Эксперимент реализуется на объектном, видовом уровнях, а также на уровне отдельных гомологических рядов и функциональных классов ЭМПЭ.

Практическая реализация программы геномно-исторического эксперимента осуществлялась с использованием методологии геномного анализа путем идентификации генетической информации известных структурных представителей реальных и информационных Видов ЭМПЭ. При организации эксперимента обращалось внимание на необходимость охвата как можно большего количества функциональных классов ЭМПЭ, их видового разнообразия и обеспечения необходимой глубины времени технической эволюции исследуемых классов.

В качестве примера на рис. 1 представлены результаты сопоставления положений генетической теории (расшифровка структуры генома и структуры популяций) с реальным историческим процессом создания и введения в техническую эволюцию плоских двухобмоточных ЭМД с электромагнитной инверсией, созданных в ОКБ линейных электродвигателей в 1980 – 1991 г.г. (микроэволюционные события 2 – 31 на популяционных ветвях $П_{41}$, $П_{50}$, $П_{51}$, $П_{52}$ и $П_{60}$).

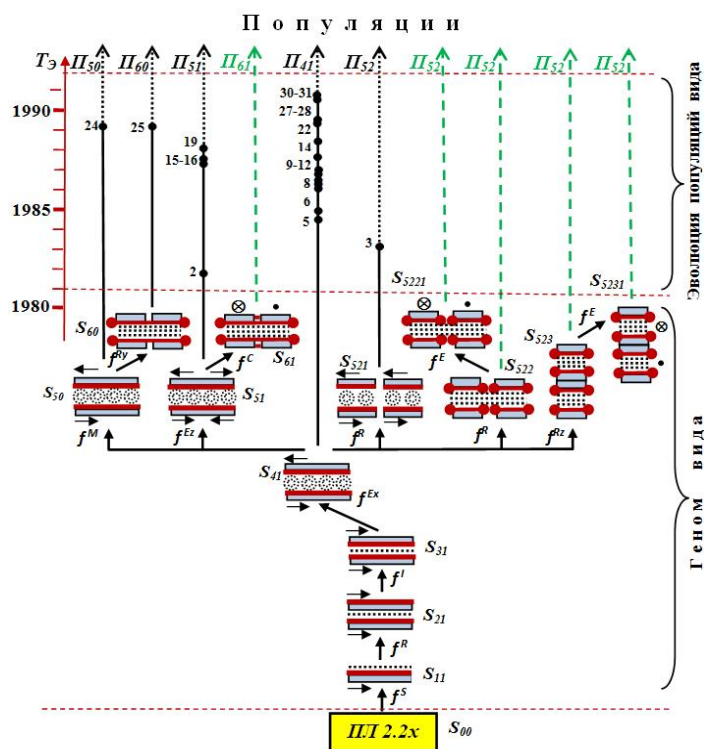


Рис. 1. Графическое отображение генетической программы структурообразования электромеханических дезинтеграторов Вида ПЛ 2.2x и результатов ее экспериментальной проверки ($T_э = 11$ лет).

Второй вид эксперимента можно отнести к категории геномно-прогностических. Его сущность заключается в экспериментальном подтверждении факта целенаправленного изменения эволюционного

статуса неявных Видов (полученных по результатам структурного предвидения) в Виды реально-информационные.

Методика геномно-прогностического эксперимента, в общем случае, включает следующую последовательность процедур:

- определение и анализ генетической программы исследуемого класса ЭМ-объектов с использованием технологии структурного предвидения;
- определение генетически допустимого видового разнообразия исследуемого класса;
- проведение информационно-патентного поиска по объекту исследования с целью обнаружения структурных представителей реально-информационных Видов;
- определение неявных Видов путем сравнительного анализа результатов предвидения и информационного поиска;
- выбор «идеального» гомологического ряда ЭМ-объектов для реализации эксперимента;
- осуществление направленного структурного синтеза объектов гомологического ряда;
- разработка конкурентоспособных технических решений по результатам синтеза и предварительная проверка их на патентную чистоту;
- разработка сопроводительной документации и осуществление патентной защиты оригинальных технических решений;
- обобщение результатов геномно-прогностического эксперимента.

Данная методика была положена в основу эксперимента. В качестве объекта исследования, для постановки геномно-эволюционного эксперимента на макроуровне, была использована генетическая информация о новом подклассе однообмоточных ЭМД, полученная в результате структурного предвидения [6]. В качестве объекта предвидения были выбраны структуры двух «идеальных» гомологических рядов, т.е. топологически эквивалентных первичных источников поля, представленных источниками-изотопами подгруппы 0.2y и базовыми источниками подгруппы 2.0x в Порождающей периодической системе:

$${}^3H_{0.2y} = \langle {}^3ЦЛ 0.2y; {}^3КН 0.2y; {}^3ПЛ 0.2y; {}^3ТП 0.2y; {}^3СФ 0.2y; {}^3ТЦ 0.2y \rangle \quad (1)$$

$$H_{2.0x} = \langle ЦЛ 2.0x; КН 2.0x; ПЛ 2.0x; ТП 2.0x; СФ 2.0x; ТЦ 2.0x \rangle. \quad (2)$$

Проведению эксперимента предшествовали этапы геномных исследований по расшифровке и анализу генетической программы исследуемых классов ЭМПЭ, направленного синтеза структур, выбора объекта предвидения и проведения предварительных патентно-информационных исследований. Для обеспечения чистоты эксперимента был выбран новый класс однообмоточных ЭМД с инверсией

электромагнитных полей, структурные аналоги которых отсутствовали на начало проведения эксперимента.

Основные положения технологии структурного предвидения освещены автором в предыдущих работах [3-5]. Экспериментальное подтверждение результатов инновационного синтеза новых технических решений ЭМД представляет заключительный этап в технологии структурного предвидения. Указанный этап включал проведение следующих процедур:

- анализ рынка потребления по исследуемому классу ЭМД;
- отбор синтезированных технических решений для патентования;
- организация патентно-информационных исследований;
- оформление заявок на предполагаемые изобретения;
- получение официальных документов из ведомства интеллектуальной собственности;
- обобщение результатов эксперимента.

Результаты сравнительного анализа наблюдаемой и управляемой эволюции в пределах класса ЭМД (табл. 2) свидетельствуют о существенной экономии временных и материальных ресурсов при использовании технологии структурно предвидения и направленного синтеза новых Видов ЭМД.

Таблица 2 – Сравнительный анализ показателей реальной и управляемой эволюции процессов видообразования в пределах функциональных классов ЭМПЭ*

Показатель	Единица измерения	Класс асинхронных электрических машин (реальная эволюция)	Подкласс однообмоточных ЭМД (управляемая эволюция)
Эволюционный статус класса		Функциональный класс	Функциональный подкласс
Время эволюции класса	Лет	126	2
Генетически допустимое количество Видов	Событий / %	64 / 100	40 / 100
Количество реально-информационных Видов	Событий / %	17 / 26,5	11 / 27,5
Количество неявных Видов	Событий / %	47 / 73,5	29 / 72,5
Средние темпы эволюции Видов	Событий / год	0,135	5,5
Среднее время образования нового Вида	Лет	7,41	0,18
Общее количество первооткрывателей Видов	Человек	≈ 50	2

* По состоянию на момент написания статьи.

Среднее время, затрачиваемое на открытие и подтверждение патентной новизны синтезированного гомологического ряда однообмоточных ЭМД (при том же относительном количестве реально-

информационных Видов), сокращено в 40 раз. При одинаковом количестве (в процентном отношении) Видов, вовлеченных в эволюцию, средний интервал времени управляемой эволюции на одно макрособытие сократился с 7,41 до 0,18 лет, а количество людей, задействованных в поисковых исследованиях, сокращено в 25 раз.

Следует также указать на еще одно важное различие в сравниваемых эволюционных процессах. Если наблюдаемая эволюция реально-информационных Видов ЭМПЭ является результатом коллективного творчества специалистов различных временных эпох и стран, то результат управляемой эволюции следует рассматривать как результат творчества ограниченного коллектива исследователей (в рассматриваемом примере – авторов статьи), которые расшифровали генетическую программу нового класса, разработали технические решения первых структурных представителей новых Видов и получили документальное подтверждение их технической новизны и полезности.

Принципиальные отличительные признаки управляемой эволюции наглядно иллюстрируются трехмерным представлением макроэволюционного процесса (рис. 2). Эволюционная траектория управляемой эволюции близка к плоской спирали, в то время как процесс возникновения макроэволюционных событий наблюдаемой эволюции всегда отображается пространственной винтовой линией. Это признак минимизации времени, затрачиваемого на реализацию управляемых макроэволюционных событий. Второе принципиальное отличие направленности эволюционного процесса заключается в предельной полноте гомологического ряда ЭМД, которая определяется целевой функцией синтеза (в данном случае структурой «идеального» ряда родительских хромосом, отображающих упорядоченную последовательность первичных источников поля соответствующей подгруппы в периодической структуре ГК).

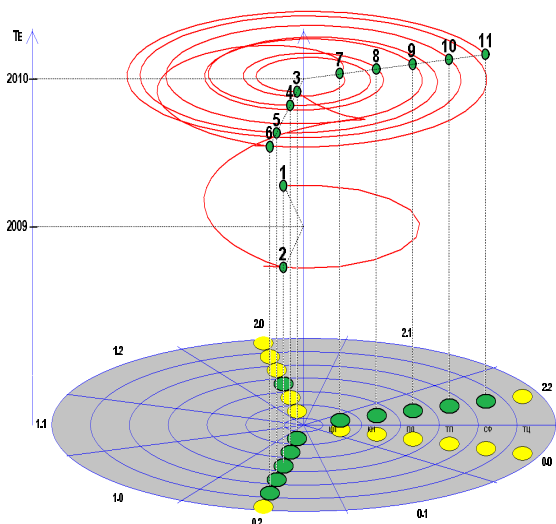


Рис. 2. Эволюционная траектория управляемой макроэволюции (групповое введение новых Видов в эволюцию) по результатам генетического предвидения однообмоточных дезинтеграторов многофакторного действия.

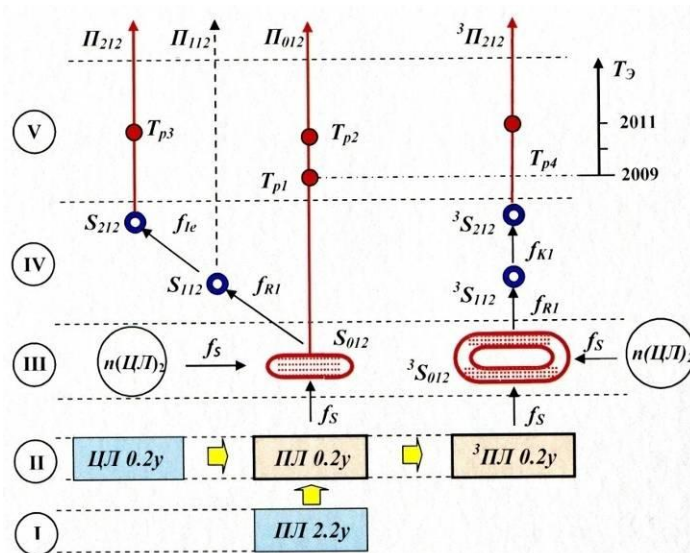
Гомологические ряды в реальной (наблюдаемой) эволюции ЭМ-объектов являются дискретными (неполными). Одновременность введения в эволюцию новых Видов, представленных гомологическим рядом порождающих объектов, составляет сущность третьего существенного отличия управляемого эволюционного процесса от наблюдаемого. В случае реальной эволюции, объекты гомологических Видов появляются в различное время, и временной интервал между отдельными макрособытиями может быть соизмерим с общим временем эволюции соответствующего функционального класса ЭМ-систем.

Процессы внутривидового (популяционного) структурообразования отображают инновации по двум основным направлениям:

- внутривидовые процессы изменения генотипа, отображающие внутривидовую генетическую изменчивость активных частей ЭМПЭ (комбинаторные варианты инверсии, репликации, кроссингвера, скрещивания и мутации);

- процессы усовершенствования фенотипических свойств, реализуемые на уровне приобретенных признаков (повышение технологичности, улучшение конструкции, повышение надежности и др.).

Наличие указанных закономерностей позволяет реализовать сценарий управляемой микроэволюции, т.е. научно предвидеть и целенаправленно вводить в техническую эволюцию новые Виды ЭМПЭ из числа неявных, которые удовлетворяют заданной функции цели (рис. 3).



I, II, ... – уровни генетической эволюции гомологических ЭМ-структур; ПЛ 0.2у, ³ПЛ 0.2у, ... – родительские хромосомы; n(ЦЛ)₂ – код вторичной хромосомы; S₀₁₂, S₁₁₂, ... – геном популяций Вида ЦЛ 0.2у; ³S₀₁₂, ³S₁₁₂, ... – геном популяций Вида-близнеца ЦЛ 0.2у; fs, fr₁, ... – операторы генетических преобразований; Tₚ₁, Tₚ₂, ... – синтезированные технические решения; P₀₁₂, P₁₁₂, ... – популяции технических инноваций.

Рис. 3. Многоуровневая генетическая модель инновационного синтеза новых Видов однообмоточных ЭМД (базового ПЛ 0.2у и Вида-близнеца ³ПЛ 0.2у).

Генетическая модель (рис. 3) отображает структуру генома и начальный этап направляемой эволюции новых видов ЭМД, представленный четырьмя техническими новшествами, новизна которых подтверждена охранными документами.

Выводы. Впервые осуществлены геномно-эволюционные эксперименты на уровне рядов гомологических Видов и внутривидовом уровне, которые подтвердили достоверность генетических программ, что свидетельствует о корректности теории генетической эволюции и методологии структурного предвидения и инновационного синтеза на уровне произвольных гомологических рядов и отдельных Видов ЭМ-систем.

Структурная эволюция в технике – это не усовершенствование известного и даже не открытие нового, а лишь техническая материализация того, что уже давно предусмотрено Природой в периодических порождающих системах. Совместное использование генетических программ и интеллекта человека открывает принципиально новые возможности в стратегии перехода от эволюции наблюдаемой к инновационной стратегии управляемой эволюции, создаваемых человеком сложных технических систем.

Литература

1. *Майр Э.* Популяции, Виды и эволюция / *Эрнст Майр.* – М.: Мир, 1974. – 464 с.
2. *Шинкаренко В.Ф.* Основы теорії еволюції електромеханічних систем / *В.Ф. Шинкаренко.* – Київ: Наукова думка, 2002. – 288 с.
3. *Shinkarenko V.* Genetic Programs of Complex Evolutionary Systems (Part 1) / *V. Shinkarenko, Y. Kuznietsov* // 11th Anniversary International Scientific Conference «Unitech'11», 18 – 19 November 2011, Gabrovo, Bulgaria. – Gabrovo, 2011 – Vol. I. – P. 33–43.
4. *Шинкаренко В.Ф.* Уровни представления знаний и классы решаемых задач в технологии генетического предвидения / *В.Ф. Шинкаренко* // *Електротехніка і електромеханіка*, 2009. – № 6. – С. 31–36.
5. *Shynkarenko V.* Genetic Foresight in Science and Technology: from Genetic Code to Innovative Project / *V. Shynkarenko* // 10th Anniversary International Scientific Conference «Unitech'10», 19 – 20 November 2010, Gabrovo, Bulgaria. – Gabrovo, 2010 – Vol. III. – P. 297–302.
6. *Шинкаренко В.Ф.* Принципы структурной организации электромеханических объектов с электромагнитной инверсией / *В.Ф. Шинкаренко, В.В. Лысак* // *Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика. Наукове видання.* – Кременчук: КНУ, 2011. – Вип. 1/2011 (1). – С. 228–229.
7. *Шинкаренко В.Ф.* Структурная изомерия и ее моделирование в задачах генетического синтеза электромеханических структур / *В.Ф.*

Шинкаренко, А.А. Августинovich, В.В. Лысак, М.А. Вахновецкая //
Електротехніка і електромеханіка, 2009. – № 1. – С. 33–36.

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА КЕРОВАНОЇ ЕВОЛЮЦІЇ НА РІВНІ ДОВІЛЬНИХ ВИДІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ

Шинкаренко В.Ф., Котлярова (Лисак) В.В.

Анотація – узагальнено результати теоретичних і експериментальних досліджень, які підтверджують наявність генетичних програм видоутворення у функціональних класах електромеханічних систем, що розвиваються. На прикладі нового функціонального класу електромеханічних дезінтеграторів багатофакторної технологічної дії показана практична можливість переходу від еволюції, що спостерігається, до стратегії керованої еволюції технічними інноваціями.

THE THEORY AND PRACTICE OF OPERATED EVOLUTION AT LEVEL OF ARBITRARY TYPES OF ELECTROMECHANICAL CONVERTERS OF ENERGY

V. Shynkarenko, V. Kotlyarova (Lysak)

Summary

The results of theoretical and experimental studies confirming the existence of genetic programs of speciation in developing functional classes of electromechanical systems are generalized. The practical possibility of transition from the observed evolution to operated evolution strategy by technical innovations is shown on an example of a new functional class of electromechanical disintegrators of multiple-factor technological action.



КИНЕТИКА СЕПАРИРУЕМОГО НЕОДНОРОДНОГО СЛОЯ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ВИБРОРЕШЕТАХ

Тищенко Л. Н., д.т.н.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

Тел. (057) 700-38-88

Аннотация – в цилиндрических координатах построено решение краевой задачи гидродинамики для описания движения виброоживленной зерновой смеси, у которой эффективная вязкость зависит от радиальной координаты. При степенном законе изменения вибровязкости осевая проекция скорости потока кольцевого слоя смеси выражена через функции Кельвина. Определены амплитуды колебаний этой проекции, вызванные осевыми вибрациями вращающегося цилиндрического решета.

Ключевые слова – виброоживленная зерновая смесь, скорость потока, цилиндрическое виброрешето, функции Кельвина.

Постановка проблемы. Колебания интенсифицируют процесс разделения зерновой смеси на проходovou и сходовую фракции. В условиях вибраций движение сыпучей среды имеет сходство с движением вязкой жидкости. Поэтому при моделировании виброрешетного сепарирования зерна используют уравнения гидродинамики. В отличие от обычной жидкости, эффективная вибровязкость смеси меняется по толщине движущегося слоя. Для учёта этого изменения приходится решать уравнения течения неоднородной жидкости, что приводит к уточнённым моделям движения зерновой смеси в условиях вибраций.

Анализ последних исследований. Колебания скорости потока зерновой смеси на плоском решете, как слоя неоднородной вязкой жидкости, рассматривали в [1-4]. Менее исследованы колебания смеси, которая движется внутри вращающегося цилиндрического виброрешета. Из работ по этой теме отметим [5,6], где аналитически решена краевая задача гидродинамики в упрощённой постановке, без учёта искривления поверхности решета. В [5] скорость движения линейно-неоднородного слоя зерновой смеси выражена через функции Бесселя и Неймана комплексного аргумента. Отмечены трудности использо-

вания полученных решений для проведения расчётов. В работе [6] эта же задача решена в функциях Кельвина, которые относятся к классу затабулированных специальных функций. В области больших значений аргументов, соответствующих производственным условиям работы сепараторов, вместо таблиц предложено использовать высокоточные асимптотические представления этих функций, что существенно упрощает проведение расчётов. Здесь предлагается более общее, чем в [6], решение, в котором учтено искривление поверхности решета. Рассматривается вариант цилиндрической поверхности виброрешета, которое совершает гармонические колебания в направлении вертикальной оси вращения.

Формулирование цели статьи. Целью работы является получение и апробация расчётами формул для определения проекций скорости движения кольцевого слоя зерновой смеси, вибровязкость которого меняется по толщине слоя по степенному закону.

Нелинейный характер изменения эффективной вибровязкости смеси по толщине слоя экспериментально подтверждён в [5]. Показано, что она увеличивается с удалением от свободной поверхности слоя в сторону поверхности вращающегося решета.

Основная часть. Определение проекций скорости потока зерновой смеси. Задачу решаем в цилиндрической системе координат, показанной на рис. 1.

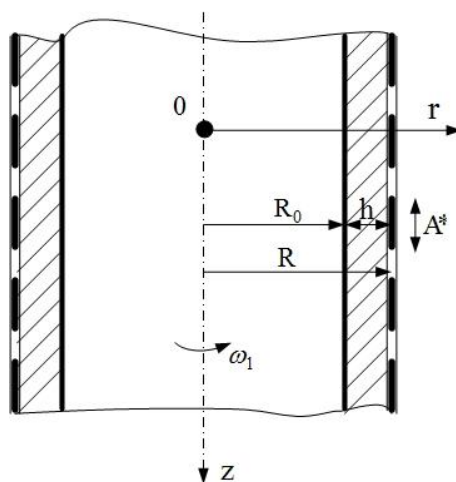


Рис. 1. Расчетная схема вертикального цилиндрического решета с сепарируемой зерновой смесью.

Через r, z обозначены радиальная и осевая координаты, причём вторая направлена вертикально вниз. Радиус внутренней цилиндрической поверхности слоя равен R_0 , а решета – R . Решето вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω_1 и совершает верти-

кальные (осевые) колебания с амплитудой A^* и круговой частотой ω .

За исходные берём уравнения осесимметричного течения несжимаемой жидкости, у которой кинематическая вязкость $\nu = \nu(r)$ является дифференцируемой функцией радиальной координаты r [7]:

$$\frac{\partial}{\partial r}(ru_r) + \frac{\partial}{\partial z}(ru_z) = 0,$$

$$\frac{\partial u_r}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_r}{\partial r} + u_z \frac{\partial u_r}{\partial z} - \frac{u_\varphi^2}{r} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} + \nu \left(\nabla^2 u_r - \frac{u_r}{r^2} \right) + 2\nu'_r \frac{\partial u_r}{\partial r}; \quad (1)$$

$$\frac{\partial u_\varphi}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_\varphi}{\partial r} + u_z \frac{\partial u_\varphi}{\partial z} + \frac{u_r u_\varphi}{r} = \nu \left(\nabla^2 u_\varphi - \frac{u_\varphi}{r} \right) + \nu'_r \left(\frac{\partial u_\varphi}{\partial r} - \frac{u_\varphi}{r} \right);$$

$$\frac{\partial u_z}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_z}{\partial r} + u_z \frac{\partial u_z}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \nabla^2 u_z + \nu'_r \left(\frac{\partial u_z}{\partial r} + \frac{\partial u_r}{\partial z} \right) + g.$$

Здесь $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ – оператор Лапласа; u_r, u_φ, u_z – соответственно радиальная, тангенциальная и осевая проекции вектора скорости; ρ – плотность среды; p – внутреннее давление; g – ускорение свободного падения; t – время.

Для однородной среды ($\nu = const$; $\nu'_r = 0$) уравнения (1) переходят в классические уравнения Стокса, при наличии осевой симметрии потока относительно оси oz [8].

Систему (1) следует решать при граничных условиях

$$u_z = 0; \quad u_z = A^* \omega \cos(\omega t); \quad u_\varphi = \omega_1 R \quad (2)$$

– на цилиндрической поверхности решета $r = R$ и

$$\frac{\partial u_r}{\partial r} = 0; \quad \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{u_\varphi}{r} \right) = 0; \quad \frac{\partial u_z}{\partial r} + \frac{\partial u_r}{\partial z} = 0 \quad (3)$$

– на внутренней поверхности кольцевого слоя зерна $r = R_0$.

Рассматривая установившийся режим движения (без начальных условий), аналогично [6], задаём:

$$u_r = 0; u_\varphi = \omega_1 R; p = \frac{1}{2} \rho \omega_1^2 (r^2 - R^2); u_z = u_z(r, t).$$

При таком выборе решения три первых уравнения в (1) удовлетворяются тождественно, а четвертое принимает вид

$$\frac{\partial^2 u_z}{\partial r^2} + \left(\frac{1}{r} + \frac{v'_r}{v} \right) \frac{\partial u_z}{\partial r} - \frac{1}{v} \frac{\partial u_z}{\partial t} = -\frac{g}{v}. \quad (4)$$

Для него из (2) и (3) следуют граничные условия

$$u_z(R, t) = A * \omega \cos(\omega t); \left. \frac{\partial u_z}{\partial r} \right|_{r=R_0} = 0. \quad (5)$$

Ориентируясь на получение замкнутых аналитических результатов, краевую задачу (4), (5) решаем для степенного изменения вязкости смеси

$$v(r) = kr^\alpha, \quad (6)$$

в котором k и α – неотрицательные постоянные.

Если известны значения кинематической вязкости на граничных поверхностях слоя: $v_0 = v(R_0); v_1 = v(R)$, то

$$\alpha = \frac{\ln(v_1/v_0)}{\ln(R/R_0)}; k = v_1 R^{-\alpha}, \quad (7)$$

т.е. можно определять константы в (6) по результатам измерения вязкости смеси в отдельных точках.

Подставив (6) в (4), получаем

$$\frac{\partial^2 u_z}{\partial r^2} + \frac{1 + \alpha}{r} \frac{\partial u_z}{\partial r} - \frac{1}{kr^\alpha} \frac{\partial u_z}{\partial t} = -\frac{g}{kr^\alpha}. \quad (8)$$

Учитывая (5) и (8), проекцию скорости потока $u_z(r, t)$ представляем суммой

$$u_z(r, t) = u_1(r) + u_2(r, t), \quad (9)$$

слагаемые которой являются решениями двух линейных краевых задач:

$$\frac{d^2 u_1}{dr^2} + \frac{1 + \alpha}{r} \frac{du_1}{dr} = -\frac{g}{kr^\alpha}; \tag{10}$$

$$u_1(R) = 0; \quad \left. \frac{du_1}{dr} \right|_{r=R_0} = 0$$

и

$$\frac{\partial^2 u_2}{\partial r^2} + \frac{1 + \alpha}{r} \frac{\partial u_2}{\partial r} - \frac{1}{kr^\alpha} \frac{\partial u_2}{\partial t} = 0; \tag{11}$$

$$u_2(R, t) = A * \omega \cos(\omega t); \quad \left. \frac{\partial u_2(r, t)}{\partial r} \right|_{r=R_0} = 0.$$

Первая из них легко решается методом понижения порядка дифференциального уравнения. Этот метод даёт

$$u_1(r) = \frac{g}{2k} \left[\frac{R_0^2 (R^{-\alpha} - r^{-\alpha})}{\alpha} + \frac{R^{2-\alpha} - r^{2-\alpha}}{2 - \alpha} \right], \tag{12}$$

когда $\alpha > 0, \alpha \neq 2$.

В формуле (12) возникает неопределённость вида $|0/0|$ при $\alpha \rightarrow 0$ и $\alpha \rightarrow 2$. Раскрывая её, при $\alpha \rightarrow 0$, находим

$$u_1(r) = \frac{g}{2k} \left(R_0^2 \ln \frac{r}{R} + \frac{R^2 - r^2}{2} \right). \tag{13}$$

Если $\alpha \rightarrow 2$, то

$$u_1(r) = \frac{g}{4k} \left(R_0^2 (R^{-2} - r^{-2}) - 2 \ln \frac{r}{R} \right).$$

Заметим, что формула (13) использовалась для расчётов в [6], а (12) – обобщает её.

Краевую задачу, представленную выражениями (11), решаем при $\alpha \neq 2$. Случай $\alpha = 2$ является особым и требует отдельного рассмотрения. Для плоского решета он рассмотрен в [6].

Слагаемое $u_2(r, t)$ задаём в виде

$$u_2(r, t) = \text{Re} [w(r) e^{i\omega t}] = \text{Re} w(r) \cos(\omega t) - \text{Im} w(r) \sin(\omega t), \tag{14}$$

где $i = \sqrt{-1}$, w – вспомогательная комплексная функция вещественного аргумента.

Её находим из решения краевой задачи:

$$\frac{d^2 w}{dr^2} + \frac{1 + \alpha}{r} \frac{dw}{dr} - \frac{i\omega}{kr^\alpha} w = 0; \tag{15}$$

$$\operatorname{Re} w(R) = A * \omega; \operatorname{Im} w(R) = 0; \left. \frac{d}{dr} \operatorname{Re} w(r) \right|_{r=R_0} = \left. \frac{d}{dr} \operatorname{Im} w(r) \right|_{r=R_0} = 0. \tag{16}$$

Общим решением (15) является

$$w = (c_1 + ic_2) \xi^s e^{i\frac{s\pi}{2}} I_s(\xi\sqrt{i}) + (c_3 + ic_4) \xi^s e^{-i\frac{s\pi}{2}} K_s(\xi\sqrt{i}). \tag{17}$$

Здесь $s = \frac{\alpha}{\alpha - 2}$; $\xi = \frac{2}{2 - \alpha} \sqrt{\frac{\omega}{k}} r^{\frac{2-\alpha}{2}}$; $I_s(x)$, $K_s(x)$ – модифицированная функция Бесселя и функция Макдональда индексов s ; c_1, c_2, c_3, c_4 – вещественные произвольные постоянные.

Выражая цилиндрические функции комплексного аргумента через функции Кельвина вещественного аргумента по формулам [9]:

$$I_s(\xi\sqrt{i}) = e^{-i\frac{s\pi}{2}} [ber_s(\xi) + ibei_s(\xi)];$$

$$K_s(\xi\sqrt{i}) = e^{i\frac{s\pi}{2}} [ker_s(\xi) + kei_s(\xi)],$$

выделяем в (17) вещественную и мнимую части:

$$\operatorname{Re} w(r) = \xi [c_1 ber_s(\xi) - c_2 bei_s(\xi) + c_3 ker_s(\xi) - c_4 kei_s(\xi)];$$

$$\operatorname{Im} w(r) = \xi [c_1 bei_s(\xi) + c_2 ber_s(\xi) + c_3 kei_s(\xi) + c_4 ker_s(\xi)]. \tag{18}$$

При дифференцировании выражений (18) учтём, что [9]

$$\frac{d}{d\xi} [\xi^s I_s(\xi\sqrt{i})] = \sqrt{i} \xi^s I_{s-1}(\xi\sqrt{i}), \quad \frac{d}{d\xi} [\xi^s K_s(\xi\sqrt{i})] = -\sqrt{i} \xi^s K_{s-1}(\xi\sqrt{i}).$$

В результате дифференцирования получаем:

$$\frac{d}{d\xi} (\operatorname{Re} w) = -\frac{\xi^s}{\sqrt{2}} [c_1 f_1(\xi) + c_2 f_2(\xi) + c_3 f_3(\xi) + c_4 f_4(\xi)]; \tag{19}$$

$$\frac{d}{d\xi}(\text{Im } w) = \frac{\xi^s}{\sqrt{2}} [c_1 f_2(\xi) - c_2 f_1(\xi) + c_3 f_4(\xi) - c_4 f_3(\xi)],$$

где $f_{1,2}(\xi) = ber_{s-1}(\xi) \pm bei_{s-1}(\xi)$; $f_{3,4}(\xi) = ker_{s-1}(\xi) \pm kei_{s-1}(\xi)$.

Удовлетворяя граничным условиям (16), с помощью (18) и (19) получаем систему четырех уравнений с неизвестными c_j , $j = \overline{1;4}$:

$$\begin{aligned} c_1 ber_s(\eta) - c_2 bei_s(\eta) + c_3 ker_s(\eta) - c_4 kei_s(\eta) &= A^* \omega \eta^{-s} \\ c_1 bei_s(\eta) + c_2 ber_s(\eta) + c_3 kei_s(\eta) + c_4 ker_s(\eta) &= 0 \\ c_1 f_1(\varsigma) + c_2 f_2(\varsigma) + c_3 f_3(\varsigma) + c_4 f_4(\varsigma) &= 0 \\ c_1 f_2(\varsigma) - c_2 f_1(\varsigma) + c_3 f_4(\varsigma) - c_4 f_3(\varsigma) &= 0. \end{aligned} \tag{20}$$

Здесь $\varsigma = \frac{2}{\alpha - 2} \sqrt{\frac{\omega}{k}} R_0^{\frac{2-\alpha}{2}}$; $\eta = \frac{2}{\alpha - 2} \sqrt{\frac{\omega}{k}} R^{\frac{2-\alpha}{2}}$.

Решив систему (20), находим константы c_j :

$$c_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}; c_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta}; c_3 = \delta_1 c_1 + \delta_2 c_2; c_4 = -\delta_2 c_1 + \delta_1 c_2;$$

$$\Delta = [ber_s(\eta) + \delta_1 ker_s(\eta) + \delta_2 kei_s(\eta)]^2 + [bei_s(\eta) + \delta_1 kei_s(\eta) - \delta_2 ker_s(\eta)]^2;$$

$$\Delta_1 = A^* \omega \eta^{-1} [ber_s(\eta) + \delta_1 ker_s(\eta) + \delta_2 kei_s(\eta)];$$

$$\Delta_2 = -A^* \omega \eta^{-1} [bei_s(\eta) + \delta_1 kei_s(\eta) - \delta_2 ker_s(\eta)];$$

$$\delta_1 = -\frac{f_1(\varsigma) f_3(\varsigma) + f_2(\varsigma) f_4(\varsigma)}{(f_3(\varsigma))^2 + (f_4(\varsigma))^2}; \delta_2 = \frac{f_1(\varsigma) f_4(\varsigma) - f_2(\varsigma) f_3(\varsigma)}{(f_3(\varsigma))^2 + (f_4(\varsigma))^2}.$$

Учитывая эти выражения констант, а также (9), (12), (14) и (18), получаем формулу колебаний осевой проекции скорости потока кольцевого слоя зерна, возникающих вследствие вертикальных вибраций решета:

$$u_z(r, t) = \frac{g}{2k} \left[\frac{R_0^2 (R^{-\alpha} - r^{-\alpha})}{\alpha} + \frac{R^{2-\alpha} - r^{2-\alpha}}{2-\alpha} \right] + \xi^s [c_1 ber_s(\xi) - c_2 \times$$

$$\times bei_s(\xi) + c_3 \ker_s(\xi) - c_4 kei_s(\xi)] \cos(\omega t) - \xi^s [c_1 bei_s(\xi) + c_2 \times \quad (21)$$

$$\times ber_s(\xi) + c_3 kei_s(\xi) + c_4 \ker_s(\xi)] \sin(\omega t), \quad \alpha > 0, \alpha \neq 2.$$

При расчёте производительности решета $Q(t)$ приходится вычислять интеграл

$$Q(t) = 2\pi \int_{R_0}^R ru_z(r, t) dr = \frac{4\pi}{2-\alpha} \left[\frac{(\alpha-2)\sqrt{k}}{2\sqrt{\omega}} \right]^{2-\alpha} \int_{\zeta}^{\eta} \xi^{1-2s} u_z(r, t) d\xi. \quad (22)$$

Он также выражается через функции Кельвина, поскольку [9]:

$$\int_{\xi}^{\xi^{1-s}} \begin{bmatrix} ber_s(\xi) \\ ker_s(\xi) \end{bmatrix} d\xi = \frac{\xi^{1-s}}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} ber_{s-1}(\xi) - bei_{s-1}(\xi) \\ ker_{s-1}(\xi) - kei_{s-1}(\xi) \end{bmatrix}; \quad (23)$$

$$\int_{\xi}^{\xi^{1-s}} \begin{bmatrix} bei_s(\xi) \\ kei_s(\xi) \end{bmatrix} d\xi = \frac{\xi^{1-s}}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} bei_{s-1}(\xi) + ber_{s-1}(\xi) \\ kei_{s-1}(\xi) + ker_{s-1}(\xi) \end{bmatrix}.$$

Подставив (21) в (22), с учётом (23), получаем

$$Q(t) = Q_0 + \frac{4\pi}{\sqrt{2}(2-\alpha)} \left[\frac{(\alpha-2)\sqrt{k}}{2\sqrt{\omega}} \right]^{2-\alpha} [(c_1 T_1 - c_2 T_2 + c_3 T_3 - c_4 \times \\ \times T_4) \cos(\omega t) - (c_1 T_2 + c_2 T_1 + c_3 T_4 + c_4 T_3) \sin(\omega t)], \quad \alpha \neq 2.$$

$$\text{Здесь } T_{1,2} = \eta^{1-s} [ber_{s-1}(\eta) \mp bei_{s-1}(\eta)] - \zeta^{1-s} [ber_{s-1}(\zeta) \mp bei_{s-1}(\zeta)]; \\ T_{3,4} = \eta^{1-s} [ker_{s-1}(\eta) \mp kei_{s-1}(\eta)] - \zeta^{1-s} [ker_{s-1}(\zeta) \mp kei_{s-1}(\zeta)];$$

$$Q_0 = \frac{\pi g}{k} \left[\frac{R_0^2}{\alpha} \left(R^{-\alpha} \frac{R^2 - R_0^2}{2} - \frac{R^{2-\alpha} - R_0^{2-\alpha}}{2-\alpha} \right) + \frac{1}{2-\alpha} \left(R^{2-\alpha} \frac{R^2 - R_0^2}{2} - \frac{R^{4-\alpha} - R_0^{4-\alpha}}{4-\alpha} \right) \right],$$

когда $\alpha > 0; \alpha \neq 2; \alpha \neq 4$.

Если $\alpha \rightarrow 0$, то

$$Q_0 \rightarrow \frac{\pi g}{2k} \left(R_0^4 \ln \frac{R}{R_0} - R^2 R_0^2 + \frac{3R_0^4 + R^4}{4} \right).$$

При $\alpha \rightarrow 4$:

$$Q_0 \rightarrow \frac{\pi g}{2k} \left[\frac{R_0^2}{2} \left(\frac{R^2 - R_0^2}{2R^4} + \frac{R^{-2} - R_0^{-2}}{2} \right) - \left(\frac{R^2 - R_0^2}{2R^2} - \ln \frac{R}{R_0} \right) \right].$$

Результаты расчётов и их анализ. Для проведения расчётов принимаем: $\rho = 750 \text{ кг/м}^3$; $R = 0,3075 \text{ м}$; $h = 0,007 \text{ м}$; $v_0 = 0,55 / \rho$, $v_1 = 0,77 / \rho$, $A^* = 0,006 \text{ м}$, $\omega = 96,9 \text{ с}^{-1}$.

Результаты расчётов по формуле (21) в виде графиков представлены на рис. 2-4.

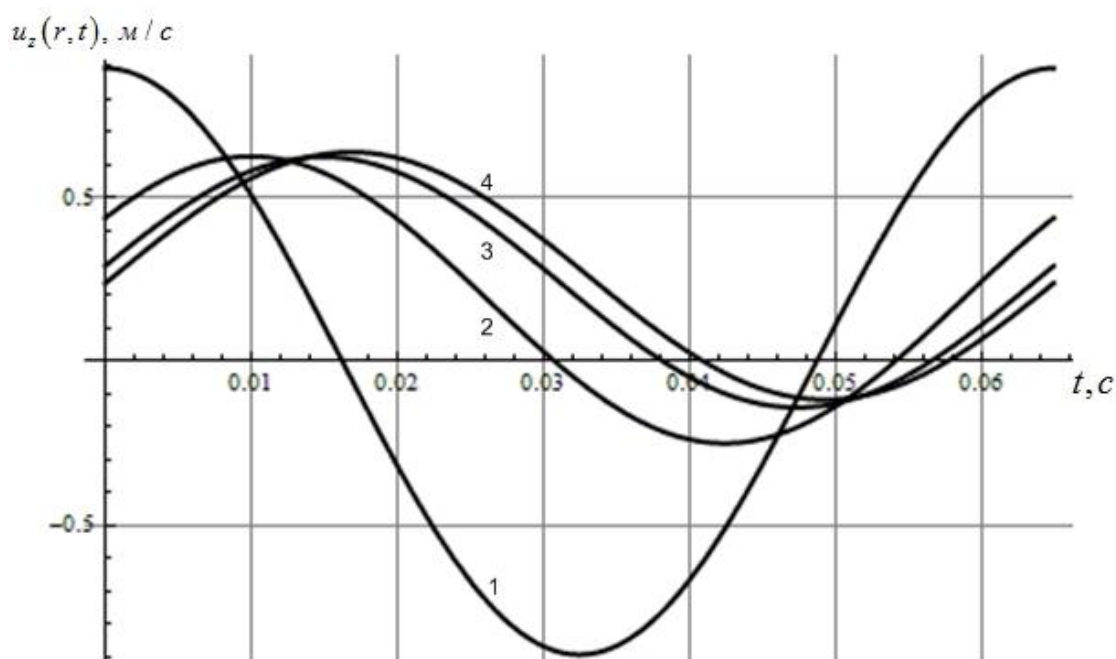


Рис. 2. Зависимости колебаний скорости зерновой смеси от времени для различных r : 1,2,3,4 - $= R; R_0 + \frac{h}{2}; R_0 + \frac{h}{4}; R_0$.

На рис. 2 показано, что скорость потока и амплитуда её колебаний существенно изменяются с удалением от поверхности виброрешета. С уменьшением r происходит уменьшение амплитуд колебаний, но увеличиваются средние значения скорости, относительно которых происходят эти колебания. Распределение скорости по толщине зернового слоя меняется с течением времени. Это подтверждают графики на рис. 3. Изменение профиля скорости по толщине движущегося слоя способствует сегрегации зерновой смеси и в конечном счёте просеиванию её на решете. Формула (21) позволяет строить поверхность скорости потока в плоскости переменных r и t . Результаты такого построения представлены на рис. 4, где показано как с уменьшением r происходит затухание вибрационного поля.

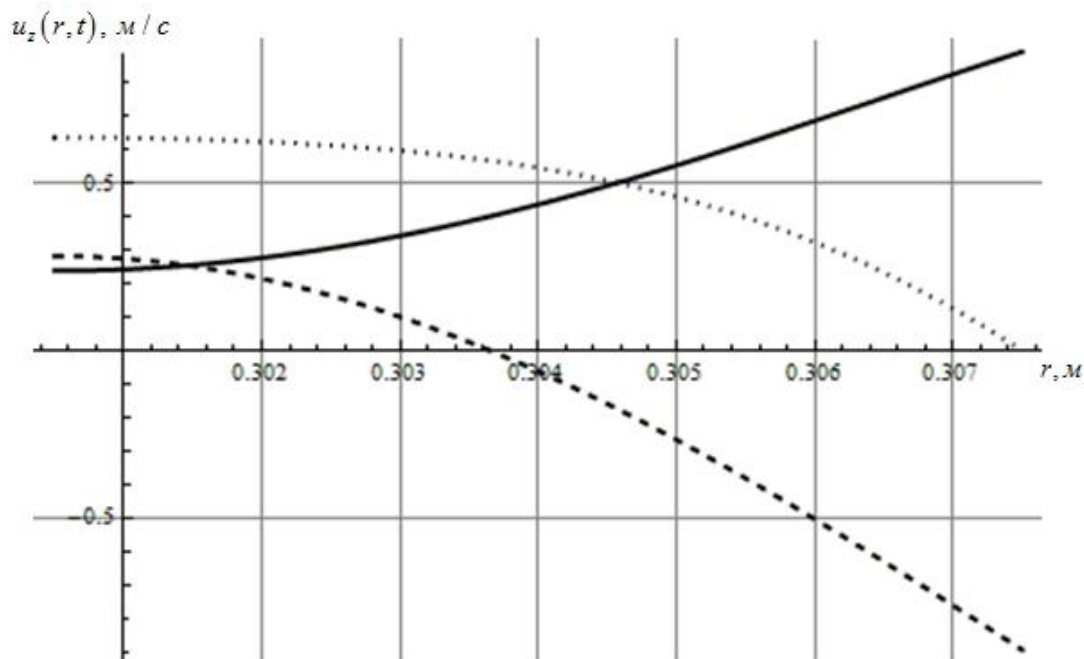


Рис. 3. Профіли шкору потоку зернової суміші по товщині слою в різні моменти часу:

$$\text{— } t = 0; \text{ \cdots } t = \frac{\pi}{2\omega}; \text{ - - - } t = \frac{\pi}{\omega}.$$

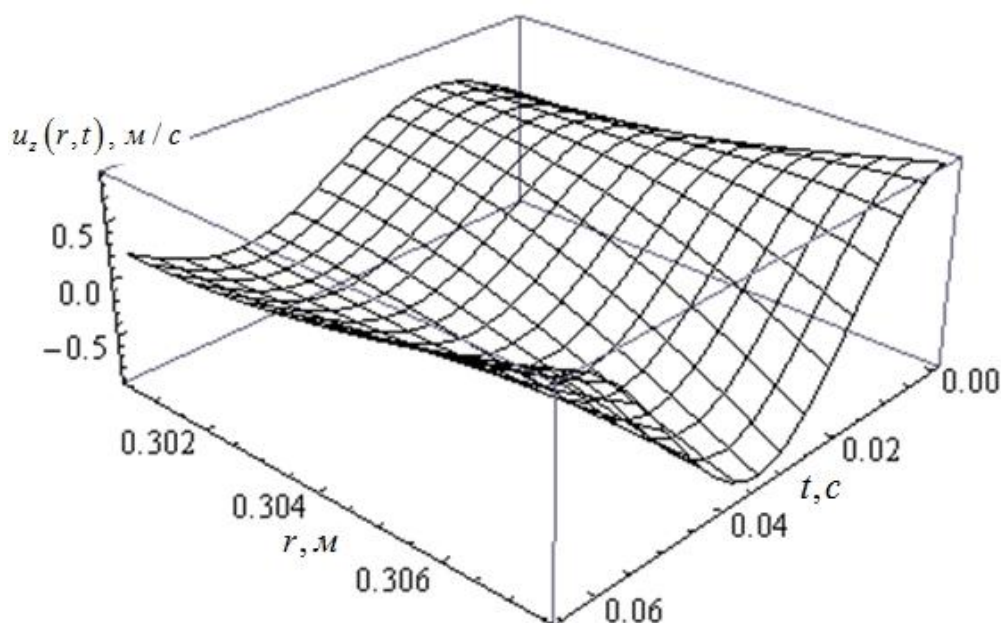


Рис. 4. Поверхність шкору потоку $u_z(r, t)$.

Висновки. При степенному зміні ефективної вібровязкості зернової суміші по товщині слою крайова задача гідродинаміки об установившихся коливаннях шкору потоку суміші, викликаних осевими вібраціями вращающегося циліндричного решета, вирішується в замкнутому вигляді з допомогою функцій Кельвіна. Рішення відображає за-

тухающий характер вибрационного поля с удалением от рабочей поверхности решета и может быть использовано для расчёта зернового потока, включая производительность решета.

Литература

1. *Тищенко Л.Н.* Виброрешетная сепарация зерновых смесей / *Л.Н. Тищенко, В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский.* – Харьков: Міськдрук, 2011. – 360 с.
2. *Ольшанский В.П.* Динамика неоднородного слоя зерна на плоском виброрешете / *В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский* // Динамические системы. – 2010. – Вып. 28. – С. 162–170.
3. *Ольшанский В.П.* Установившиеся колебания скорости потока зерновой смеси на плоском виброрешете / *В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский* // Вестник НТУ “ХПИ”: Математическое моделирование в технике и технологиях. – Харьков: НТУ “ХПИ”. – 2011. – Вып. 42. – С. 155–163.
4. *Ольшанский В.П.* Гармонические колебания неоднородного псевдооживленного слоя зерна на плоском виброрешете / *В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский* // Вибрации в технике и технологиях, – 2011. – №2(62). – С. 134–138.
5. *Тищенко Л.Н.* Моделирование процессов зерновых сепараторов / *Л.Н. Тищенко, Д.И. Мазоренко, М.В. Пивень, С.А. Харченко, В.В. Бредихин, А.В. Мандрыка.* – Харьков: Міськдрук, 2010. – 360 с.
6. *Тищенко Л.Н.* Колебания зерновых потоков на виброрешетах / *Л.Н. Тищенко, В.П. Ольшанский, С.В.* - Харьков: Міськдрук, 2012. – 267 с.
7. *Ольшанский В.П.* Применение обобщённых уравнений Навье-Стокса при моделировании движения зерна по цилиндрическому решету / *В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский* // Вісник ХНТУСГ: Механізація сільськогосподарського виробництва. -Харків: ХНТУСГ, 2011. – Вип. 107, Т.1. – С. 153–161.
8. *Лойцянский Л.Г.* Механика жидкости и газа / *Л.Г. Лойцянский* – М.: Наука, 1973. – 847 с.
9. *Абрамовиц А.* Справочник по специальным функциям (с формулами, графиками и математическими таблицами) / *А. Абрамовиц, И. Стиган* – М.: Наука, 1979. – 832 с.

КІНЕТИКА СЕПАРОВАНОГО НЕОДНОРІДНОГО ШАРУ ЗЕРНОВОЇ СУМІШІ В ЦИЛІНДРИЧНИХ ВІБРОРЕШЕТАХ

Тіщенко Л.М.

Анотація – в циліндричних координатах побудовано розв’язок граничної задачі гідродинаміки для описання руху вібророзрідженої зернової суміші, в якій ефективна в’язкість залежить від радіальної координати. За степеневого закону зміни вібророзрідженості осьова проекція швидкості потоку кільцевого шару суміші виражена через функції Кельвіна. Визначено амплітуди коливань цієї проекції, які викликані осьовими вібраціями циліндричного решета, яке обертається.

KINETICS OF GRAIN SEPARATED INHOMOGENEOUS LAYER MIXTURE IN A CILINDRICAL VIBROSIEVE

L. Tishchenko

Summary

In cylindrical coordinates, constructed a decision along the boundary value problem of hydrodynamics to describe the motion vibroliquefaction grain mixture, in which the effective viscosity depends on the radial coordinate. When the power law changes the axial projection of vibratory viscosity flow rate annular layer of a mixture is expressed in terms of Kelvin functions. Determined by the amplitude of oscillation of this projection, caused by the axial vibration of a rotating cylindrical sieve.



**ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ ШТУЧНИХ
НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ
ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ ТА ЕНЕРГІЇ
В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ 10/0,4 кВ**

Овчаров В.В., д.т.н.,

Катюха І.А., аспірант*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (06192) 42-32-63

Анотація – робота присвячена аналізу існуючих програмних засобів моделювання штучних нейронних мереж, їх перевагам та недолікам при прогнозуванні втрат потужності та енергії в сільських електричних мережах.

Ключові слова – штучні нейронні мережі, прогнозування втрат, сільські розподільчі електричні мережі.

Постановка проблеми. Прогнозування втрат електричної енергії в електромережах є одним з важливіших завдань в роботі підприємств-постачальників електричної енергії [1]. Це необхідно як для вирішення внутрішніх завдань техніко-економічного регулювання роботи мереж, так і для представлення звітної інформації керівним організаціям. У теперішній час вимоги до якості розрахунку та прогнозування втрат електроенергії постійно зростають – це обумовлюється переходом на ринкову систему відносин в електроенергетиці.

Аналіз останніх досліджень. В останні часи для вирішення задач електропостачання з використанням штучних нейронних мереж займались С.В. Попов, Ю.Б. Заїграєва, Г.К. Вороновський, О.О. Мірошнік та інші [1, 2], що свідчить про те, що інтерес до штучних нейронних мереж надзвичайно високий, та обумовлює постійну розробку програмних продуктів, які дозволяють створювати та досліджувати штучні нейронні мережі для різного роду практичних завдань.

Формулювання мети статті. Метою роботи є аналіз існуючих програмних засобів для вирішення задач прогнозування втрат електричної енергії в розподільчих мережах 10/0,4 кВ.

Основна частина. Найбільш складним є прогнозування втрат потужності та енергії в мережах 10/0,4 кВ. З одного боку це пов'язано

з великою довжиною і розгалуженістю схем мережі, з іншого – з нерівномірністю навантаження фаз в мережах 0,4 кВ.

Розрахунок втрат електричної енергії в мережах 10/0,4 кВ нормативними методами використовує значну кількість припущень, що веде до зростання похибки та спотворення очікуваних результатів прогнозу. Розрахунок втрат потужності інтелектуальними методами, як приклад штучними нейронними мережами, потребує потужної апаратної частини та складної бази для програмної реалізації. В статті зроблен аналіз існуючих програмних засобів реалізації штучних нейронних мереж для прогнозування втрат електричної енергії в розподільчих мережах.

Штучні нейронні мережі є видом математичних моделей, які будуються по принципу організації та функціонування їх біологічних аналогів – мереж нервових клітин (нейронів) головного мозку. Побудова їх ґрунтується на тому, що нейрони можна змодельовати достатньо простими автоматами, а вся складність мозку, гнучкість його функціонування та інші важливі якості визначаються зв'язками між нейронами.

Існуючі в даний момент програмні засоби дозволяють створювати штучні нейронні мережі різних архітектур, здійснювати їх візуалізацію, навчати, налагоджувати, проводити розрахунки, прогнози та дослідження, а також вирішувати широкий спектр прикладних задач, які складно реалізуються за допомогою стандартних методів.

Так універсальна система *Neuro Solutions* призначена для моделювання широкого кола штучних нейронних мереж. Голова перевага даного нейропакета у його гнучкості. Крім традиційно використаних парадигм, в систему входить потужний редактор візуального проектування нейронної мережі, яка дозволяє створювати практично будь-які власні нейронні структури, алгоритми та критерії.

Нейропакет має також достатньо потужні засоби для організації навчальних вибірок, вбудовані конвертери спрощують спільну роботу програми з іншими продуктами [1].

Прикладна програма MATLAB уявляє собою настольну лабораторію для математичних розрахунків, проектування електричних схем та моделювання складних систем [2]. Вона має вбудовану мову для програмування і досить багатий інструментарій для штучних нейронних мереж, який включає в себе створення, навчання, тренування, графічний та командний інтерфейс для побудови архітектури мереж. Графічний інтерфейс дозволяє користувачеві обирати структури нейромереж з широкого переліку і представляє безліч алгоритмів навчання для кожного типу.

Перевага пакету MATLAB у тому, що при його використанні користувач не обметений моделями нейронних мереж та їх парамет-

рами жорстко закладеними в нейросимуляторі, але має можливість самостійно сконструювати таку мережу, яка буде оптимальною для вирішення поставленого завдання. Для роботи з нейронними мережами в пакеті MATLAB необхідно знати як саме середовище, так і значну кількість функцій вбудованого пакету Neural Network Toolbox [2].

Прикладна програма STATISTICA - потужне забезпечення для аналізу даних та пошуку статичних залежностей [3]. В цій програмі робота з штучними нейронними мережами представлена в модулі STATISTICA Neural Networks, яка складається з набору нейромережових методів аналізу даних. Програма має виключно прості та доступні аналітичні засоби. Так, наприклад, не маючий аналогів автоматичний конструктор мережі – Automatic Network Designer може знайти оптимальну архітектуру для мережі [4].

Нейропакет BrainMaker є достатньо простим програмним засобом при моделюванні багат шарових нейронних мереж, які навчаються за допомогою алгоритму зворотнього поширення похибки. Основною перевагою цього пакету можна вважати велику кількість параметрів настройки алгоритму навчання нейронних мереж, в тому числі можливість навчання з обмеженням на вагові коефіцієнти. Програма BrainMaker призначена для вирішення завдань, для яких поки що не знайдені формальні методи та алгоритми, вхідні дані неповні, зашумлені та суперечливі. До таких завдань відносять саме прогнозування втрат електричної енергії в сільських мережах, особливо у вихідні та святкові дні.

Пакет Neuro Office призначений для проектування інтелектуальних програмних модулів, побудованих на основі нейронних мереж з ядерною організацією [5]. Результатом проектування є навчена нейронна мережа з програмним інтерфейсом, що відповідає моделям багатокомпонентних об'єктів (СОМ-технологія), і дозволяє легко вбудувати інтелектуальний модуль в будь яку програму пакету Microsoft Office, а також в будь який проект користувача. Це спростить користування та налаштування систем у віддалених підстанціях без обслуговуючого персоналу, а також здешевить втрати на розробку нового програмного продукту.

Пакет Neuro Office містить в собі три взаємодоповнюючі компоненти. Neuro View – засіб для візуального проектування структурних моделей та топології штучних нейронних мереж. Neuro Emulator – засіб для навчання та перевірки адекватності нейронних модулів до набору реальних даних. ActiveX – компонент, призначений для вбудови в програмні проекти та офісні прикладні програми.

Neuro Office дозволяє природнім шляхом зв'язати інструментальний рівень проектування з прикладним рівнем користувача. СОМ-інтерфейс дозволяє вбудовувати у прикладні програми довільну кіль-

кість нейронних модулів. В результаті нейронна мережа може бути реалізована як ансамбль пов'язаних нейронних модулів подібно структурам людського мозку. Всі компоненти пакету підтримують механізм віртуальної пам'яті, що дозволяє довести загальну кількість синаптичних ваг до 250 мільйонів [6].

Висновки. Програмні засоби дозволяють створювати штучні нейронні мережі різних архітектур, здійснювати їх візуалізацію, навчати, налагоджувати, виконувати розрахунки, прогнозувати та досліджувати, а також вирішувати широкий спектр прикладних задач, які складно реалізуються за допомогою стандартних методів. На основі всебічного дослідження та аналізу існуючих програмних продуктів для моделювання штучних нейронних мереж, виявлення їх переваг та недоліків, дуже складно визначити найкращу. До вибору програмного продукту з метою дослідження втрат електричної енергії в сільських розподільчих мережах треба підходити з точки зору необхідної точності очікуваних результатів.

Література

1. *Воротницкий В.Э.* Методы оценки потерь мощности и электроэнергии по их обобщенным параметрам в распределительных сетях 6-10 кВ./ *В.Э. Воротницкий, М.А. Калинин* // Вестник ВНИИЭ. М., 2000. - С 115 - 122.
2. *Медведев В.С.* Нейронные сети. MATLAB 6 / *В.С.Медведев, В.Г.Потемкин* // М: Диалог-МИФИ 2002 - 496 с.
3. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks / Пер. с англ. М.: Горячая линия - Телеком, 2001. - 654 с.
4. *Заиграева Ю. Б.* Нейросетевые модели оценки и планирования потерь электроэнергии в электроэнергетических системах : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.14.02 / *Заиграева Юлия Борисовна*; [Место защиты: Новосиб. гос. техн. ун-т]. - Новосибирск, 2008.
5. *Srinivasan D.* Demand Forecasting using fuzzy Neural Computation with special Emphasis on Weekend and Public Holiday Forecasting / *D. Srinivasan and oth.* // IEEE Transactions on Power Systems, 1995. v.10, № 4. - P. 1102 – 1113
6. *Железко Ю.С.* Расчет нормативных характеристик технических потерь электроэнергии / *Ю.С. Железко, А.В. Артемьев, О.В. Савченко* // Электрические станции, 2002. № 2. - С. 45 - 52.

**ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ
ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИ-
РОВАНИЯ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕ-
ЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10/0,4 кВ**

Овчаров В.В., Катюха И.А.

Аннотация – работа посвящена анализу существующих программных средств моделирования искусственных нейронных сетей, их преимуществам и недостаткам при прогнозировании потерь мощности и энергии в сельских электрических сетях.

**SOFTWARE FOR MODELING OF ARTIFICIAL NEURAL
NETWORKS FOR FORECASTING OF LOSSES CAPACITY
AND ENERGY IN DISTRIBUTIVE NETWORKS OF 10/0,4 kV**

V. Ovcharov, I. Katyukha

Summary

It is work is devoted to the analysis of existing software of modeling of artificial neural networks, their advantages and shortcomings when forecasting losses of capacity and energy in rural electric networks.



ГЛОБАЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ФЛОРУ И ФАУНУ ЗЕМЛИ

Никифорова Л.Е., д.т.н.,

Таврический государственный агротехнологический университет

Гаевская И.В.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Тел. (044) 527-82-99

Аннотация – благодаря специфической геометрии магнитное поле Земли (ГМП) стимулирует природные процессы в Северном полушарии и тормозит их в Южном. Гипотеза подтверждается многочисленными примерами.

Ключевые слова – магнетизм, магнитное поле, флора, фауна.

Постановка проблемы. Интереснейшее явление природы – земной магнетизм известен человечеству ~4-х тыс. лет, но до сих пор для людей это явление – сплошная загадка. Известно, что Земля имеет электрический заряд $-6 \cdot 10^5$ Кл. Двигаясь по орбите вокруг Солнца, Земля, несущая электрический заряд, образует в окружающем пространстве ГМП, которое активно действует на растения и животных. Действие это осуществляется главным образом через воду, свойства которой в ГМП кардинально меняются.

Анализ последних исследований. Как было показано на Агрономической опытной станции НУБіП, поливка сельскохозяйственных растений омагниченной водой приводит к 15-25% прибавке урожая [1, 2]. Изменение параметров ГМП под действием солнечного ветра (магнитные бури) вызывает рост смертности людей, увеличение количества несчастных случаев и ДТП, вредители сельскохозяйственных культур начинают размножаться с колоссальной скоростью. Изменение параметров ГМП чувствуют кошки, акулы, голуби, некоторые рыбы.

Формулирование цели статьи. ГМП, как любое другое поле, принято характеризовать силовыми линиями. Анализируя картину силовых линий ГМП, можно сделать вывод о том, что вертикальная составляющая вектора напряженности ГМП в Северном полушарии направлена вверх, а в Южном полушарии – наоборот, к центру Земли. По этой причине ГМП оказывает стимулирующее действие на процессы жизнедеятельности в Северном полушарии Земли и подавляю-

щее – в Южном. Это значит, что растительный и животный мир в Северном полушарии должен быть разнообразнее и многочисленнее, чем в Южном. Кроме того, при перемещении от полюсов Земли к экватору особи животного мира будут мельчать.

Основная часть. Подтвердим высказанную гипотезу примерами. Удобнее всего это сделать, сравнивая растительный и животный мир Арктики и Антарктики, так как для этих регионов разница в величине вертикальной составляющей вектора ГМП будет наибольшей. Арктика имеет площадь 25 млн. км², из которых 10 млн км² составляет суша и 15 млн. км² – океан. Антарктика занимает площадь 60 млн. км², из которых более 45 млн. км² приходится на зону плавающих льдов. Растительный и животный мир арктического региона весьма разнообразен и в значительной степени носит на себе черты континентальности. Растения и животные Антарктики распространены только в приморской полосе. В обоих регионах отсутствуют пресмыкающиеся и амфибии. Растительный мир в приполярных областях Арктики принадлежит к двум фитогеографическим областям: Палеоарктической и Голарктической. Растительность первой развивалась в постоянно теплых условиях и сохранила исключительное богатство видов. Растительность второй обеднялась оледенениями и новейшими поднятиями, в результате чего оказалась более однообразной.

В морях обоих регионов много планктона, состоящего из одноклеточных организмов и водорослей. В Северном Ледовитом океане 67 видов планктона, главным образом диатомей, и 300 видов зоопланктона, в Атлантическом океане 234 вида планктона. На 80% Тихий океан глубже 1,5 км. Флора в этом глубинном объеме океана бедна, так как вода имеет малое содержание кислорода. В мелководной части океана распространен планктон 380 видов, из которых фитопланктон – 245, диатомей – 120 и др. Донная флора Арктики представлена фукусами, ламинариями. С 1 га морского дна можно снять 15 т зеленой массы водорослей. Для сравнения: с 1 га луга накашивают до 4 т травы. Но за год с морского дна можно собирать до 10 урожаев, причем без какого-либо ухода. Только в Тихом океане произрастает ~4 тыс. видов водорослей, некоторые из них растут со скоростью до 1 м в сутки и достигают длины в 60 м. На побережье Арктики произрастают мхи и лишайники, трава и цветковые растения, причем в Гренландии их около 450 видов, на о-вах Новая Земля – 208, на о-вах Земля Франца-Иосифа – 36. Те же растения растут и в Антарктиде, но цветковых там лишь 10 видов. Летний планктон образует большие скопления у берегов Антарктиды, в морях содержится огромное количество криля – крупного планктонного ракообразного морского животного – основного корма для китов, тюленей, рыбы, пингвинов. Добывать его для нужд человека

экономически невыгодно [3].

Более южные районы Арктики (тундра) покрыты кустарниками – карликовой берёзой, ивой, багульником. Еще южнее тайга, где растут ель, пихта, лиственница, которая переходит в лиственные леса из клена, березы, дуба, липы, а в Северной Америке еще и гемлок, гикори, каштаны, тюльпановое дерево. В Канаде – дугласия, западная цуга, ситхинская ель, бальзамическая пихта. В Антарктиде таких растений нет. Так на островах архипелага Огненная Земля растут трава и мелкий кустарник. В Патагонии – редкая злаково-кустарниковая растительность. К северу южно-американского материка растительность многообразнее: гилеи (сельвас), кустарниковые в кампос-серрадос, сухие редколесья (каатанги).

Теперь о животном мире. В Арктике обитает самый крупный хищник на Земле – белый медведь, длиной до 3 м и массой до 1 т. Он хорошо ныряет и плавает, развивая скорость до 80 км/час, не впадает в зимнюю спячку, питается главным образом тюленями, чувствуя их по запаху на расстоянии до 5 км. Ест также и рыбу. В тундре распространены несколько сотен видов крупных животных, среди которых северный олень, тундровый волк, чувствующий запах крови за 3 км, овцебык, зубр и самое крупное сухопутное животное тундры – бизон (его длина 3 м, высота в холке 2 м и масса до 1 т). Около сотни овцебыков переселили из США в Сибирскую тундру, теперь их там более 4-х тыс. В лесотундре обитают медведи (серый, бурый и черный, барибал, гризли), олени карибу и вапити, лоси, лисы, куницы, бобры, ондатры, песцы и много-много мелких животных (лемминги, луговые собачки, американские корольки, кроты, суслики и пр.). Поразительно, но факт: медведь-гризли находит дорогу домой на расстоянии более 100 км.

Океаны, омывающие Арктику, содержат огромное количество разнообразных животных. Северные моря буквально кишат живностью. Только в Охотском и Беринговом морях насчитывается 4-5 тыс. видов животных. У берегов Аляски и в акватории Алеутских островов обитает около 20 тыс. китов. Много живности в Северной Атлантике – киты, моржи, тюлени и т.п., причем гренландский кит в ~1,5 раза крупнее антарктического. Самое крупное животное современности – синий кит длиной до 33 м и массой до 100 т. Морские слоны достигают 5-6 т массы, хотя в 1974 г. был добыт морской слон в 12 т. Он ныряет на глубину до 2 тыс. м! Установлено, что в мозге китов больше клеток, чем у человека. Кроме упомянутых, в северных морях живут серые, горбатые и спермацетовые киты, сейвалы, финвалы, а также китообразные (усатые, зубатые и др.). Большинство из них в зимний период мигрируют в спокойные лагуны у Калифорнии и Мексики, а весной возвращаются обратно. По-

стоянним жителем Севера является морж, только на косе Чукотского моря их до 15 тыс. особей. Питаются они в основном моллюсками, причем каждый из них поедает до 45 кг моллюсков в день. На побережье в летний период располагаются огромные стада ластоногих (белобрюхие тюлени, тюлени Уэдделла, тюлени-крабоеды, морские зайцы, тевяки, кольчатые нерпы, крылатки, хохлачи, коланы, морские леопарды, сивучи, кияки, морские львы и др.) и котики. Гренландский тюлень достигает 160-165 см в длину и имеет массу 100-160 кг. Китов и особенно ластоногих так много, что ежегодно в мире их убивают до 2 млн т. К сожалению иногда наблюдается выброс китов и дельфинов на сушу, причем год от года самоубийц становится все больше. Данный печальный факт нельзя объяснить ухудшением экологической обстановки морей, так как выброс этих животных на берег был известен еще в 18 веке. Животный мир южных морей беднее крупными особями: китовых меньше, хотя у берегов Аргентины обитает около 3 тыс. особей гладкого кита, которого почти повсеместно истребили. Водятся тюлени Уэдделла и Росса, сивучи, морские леопарды и др. (всего не более 10 видов).

Теперь о рыбах и морепродуктах. В северных морях обитает в больших количествах более 2-х тыс. видов рыб. Это сельдь, белуха, навага, треска, лосось, кета, горбуша, палтус, муксун, нерка, семга, пикша, сайра, ряпушка, сардина, корюшка, чир и др., а в устьях больших рек – омуль, голец, стерлядь, нельма. Возможно это объясняется тем, что рыбы, особенно акулы весьма чувствительны к действию магнитного поля, причем в Северном полушарии оно, согласно нашим выводам, стимулирует процессы жизнедеятельности животных и растений. Ежегодно в мире вылавливают до 50 млн т рыбы, и почти всю ее добывают в Северном полушарии. Особенно продуктивными являются Доггер-Банка в Северном море и Большая Ньюфаундленская Банка, где сосредоточены сельдь, треска, пикша. Предпринята попытка разводить камбалу на Доггер-Банке, где она, как установили ихтиологи, растет в 3-5 раз быстрее, чем в океане. В Антарктиде водится рыба клыкач длиной до 2-х м, живущая до 40 лет.

Мировой океан дает ежегодно 1 млн т каракатиц, кальмаров и осьминогов, более 5 млн т беспозвоночных (крабов, моллюсков, голотурий), в т.ч. 110 тыс. т мидий и 160 тыс. т устриц. Большая часть этой продукции получена в Северном полушарии. В заливе Торонто, в Италии, собирают по 1215 кг мидий со 100 м² морского дна, из которых 46% составляют отходы (раковины). Разводить их оказалось выгодней, чем выращивать, например, картофель. Расчеты показывают, что с 1 га мидиевой банки можно собирать ежегодно по 11,2 т мяса, содержащего 3 Мкал, а 1 га пастбища дает 37 кг

мяса, то есть 120 тыс. *кал* и лишь в лучшем случае – 100 *кг* мяса (около 1 млн *кал*). Вообще, океан без ущерба может давать ежегодно до 200 млн *т* продуктов питания животного происхождения. Японцы добывают, таким образом, свыше 1 млн *т* морепродуктов в год. Однако эффективность использования океана все еще остается низкой. Хуже того, ежегодная биологическая продуктивность мирового океана за последние десятилетия снизилась более чем на 20 млн *т* биомассы.

Мир пернатых на Земле богат и разнообразен. В Арктике наблюдается огромное количество птиц (птичьи базары). Это колонии морских птиц преимущественно из отряда чистиков, чаек, трубконосых, веслоногих, а также гаги, гуси, кайры, утки. Счет колониям идет на тысячи. Имеет место резко выраженная сезонная смена птиц: почти полное отсутствие их зимой и обилие летом. Круглый год в Арктике живут полярная сова и некоторые другие птицы. Сова имеет массу до 13 *кг*, размах крыльев – 1,5 *м*. Птичий мир Антарктики значительно беднее и малочисленнее. Чаще всего там встречаются чайки, поморники, альбатросы, буревестники, бакланы, фрегаты и многочисленные колонии пингвинов.

Приведенные факты и их анализ, по нашему мнению, убедительно показали, что северное полушарие Земли, в частности Арктика, имеет более богатый растительный и животный мир, чем Антарктика. Найденная закономерность может быть распространена на население нашей планеты. В самом деле, установлено, что на Аланских овах, в Скандинавии, Прибалтике, Дании, Великобритании, то есть в северных странах, живут самые высокие люди на Земле, они достигают почти двухметрового роста. Этот факт отмечали еще Тацит и Цезарь. Китайцы, вьетнамцы, индусы и другие народы средних широт имеют рост в пределах 170-150 *см*. В провинции Цзянси нашли захоронения 10 тыс. лет до н. э., в которых находились останки людей ростом не более 115 *см*. Проживающие в экваториальной Африке пигмеи, бушмены и народности других племен редко превышают отметку в 140 *см*.

Выводы. Конечно, изложенное здесь – всего лишь научная гипотеза, хотя и весьма вероятная. Если даже это и так, то все же качественное и количественное различие в растительном и животном мире Арктики и Антарктики объяснить действием только МП нельзя. Наверняка здесь следует учитывать и другие факторы (различный химический состав воды, разные градиенты температуры, роза ветров, наличие и направление океанических течений и пр.). Поэтому предстоит огромная работа по исследованию природного магнетизма и влиянию его на процессы в природе.

Література

1. *Кучин В.Д.* Определяющая роль магнитного поля в жизни растений / *В.Д.Кучин, Б.Е. Якубенко, И.М. Григора, И.В. Теодорович* // Науковий вісник НАУ. – 2002. – Т.57. – С. 264-267.
2. *Кучин В.Д.* Роль магнитного поля в жизни растений / *В.Д. Кучин, И.В. Теодорович* // Энергетика і автоматика, 2009, №2. <http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/eia/index.html>.
3. Биологическое действие электромагнитных полей. – М.: Наука, 1984. – 326 с.

**ГЛОБАЛЬНА ДІЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ
НА ФЛОРУ І ФАУНУ ЗЕМЛІ**

Никифорова Л.Є., Гаєвська І.

Анотація - завдяки специфічній геометрії магнітне поле Землі стимулює природні процеси в Північній півкулі та гальмує їх в Південній. Гіпотеза підтверджується багатьма прикладами.

**THE GLOBAL EFFECT OF THE MAGNETIC FIELD ON
THE FLORA AND FAUNA OF THE EARTH**

L. Nikiforova, I. Gaevska

Summary

Due to the specific geometry the magnetic field of the Earth stimulates the natural processes in the Northern hemisphere and retards them in the South one. The hypothesis is supported by numerous examples.



МЕТОДИКА РАСЧЁТА ЗЕЕРНОЙ КАМЕРЫ ШНЕКОВОГО ПРЕССА

Дидур В.А., д.т.н.,

Ткаченко А.В., к.т.н.,

Ткаченко В.А., к.т.н.,

Таврический государственный агротехнологический университет

Ковальчук Ю.А., к.т.н.,

Каричковский Д.Л., к.с.-х.н.

Уманский национальный университет садоводства

Тел.: (0619) 44-02-74

Аннотация – работа посвящена повышению надёжности и долговечности зерной камеры шнекового пресса для переработки семян масличных культур путем создания методики прочностного расчёта зерной камеры как оболочки с кольцевыми и продольными подкреплениями.

Ключевые слова – шнековый пресс, зерная камера, оболочка, переработка семян, повышение надёжности, прочностной расчёт, кольцевые и продольные подкрепления.

Постановка проблемы. При прочностных расчётах оборудования для переработки семян масличных культур одним из ответственных и сложных расчётов является зерная камера шнекового пресса. По данным И.П. Колпакова [1] удельное давление внутри зерного цилиндра составляет от 25 МПа в прессах первого отжима – форпрессах и до 40 МПа – в прессах второго отжима. В.А. Масликов после анализа экспериментальных и расчётных данных приходит к заключению, что в форпрессах масло отжимается при давлении, не превышающем 5,0 МПа [2]. Зерную камеру можно приближённо представить как оболочку с кольцевыми (шпангоутами) и продольными (стрингерами) подкреплениями. Тогда оболочка будет представлена в виде пакета зерных планок, зажатых фланцами. К такой конструкции правомочно применить методику расчёта устойчивости подкреплённых оболочек [3].

Анализ последних исследований. При исследовании процессов прессования в шнековых прессах большое внимание уделяется степени сжатия мезги, определению создаваемого удельного давления и за-

конам её сжатия [2, 4]. Опубликованных работ по методике прочностного расчёта зерной камеры нами не найдено.

Формулировка целей статьи. Целью данной работы является повышение надёжности и долговечности зерной камеры шнекового пресса, работающего под большим давлением и при повышенной температуре.

Основная часть. Потеря несущей способности тонкостенных конструкций может происходить в результате внезапного роста прогибов и деформаций, когда внешние нагрузки достигают критического значения. Такое явление называют потерей устойчивости, оно связано обычно с возникновением новых форм равновесия конструкции при значительных отклонениях от первоначального положения.

Обычный расчёт состоит в определении запаса устойчивости

$$n_y = \frac{P_{кр}}{P_{max}}, \quad (1)$$

где $P_{кр}$ – значение силового фактора (усилия, давления, момента), при котором возникает потеря устойчивости конструкции;

P_{max} – максимальное расчётное значение силового фактора в рабочих условиях.

В зависимости от назначения конструкции, её ответственности, последствий потери устойчивости и других факторов принимают

$$n_y = 1,5 \div 5,$$

причём большие значения используют при наличии первоначальных отклонений от правильной геометрической формы и т.п.

При форпрессовом отжиме давление в зерной камере достигает 100 – 200 кг/см², а при экспеллерном прессовании 200 – 300 кг/см². Для повышения устойчивости оболочки целесообразно не увеличивать толщину оболочки, а применить кольцевые и продольные подкрепления (рис.1, рис.2).

Критическое давление для оболочки средней длины $\left(\frac{l}{r} < 3\sqrt{\frac{r}{h}}\right)$,

$$q_{\epsilon\delta} = \frac{4\pi}{4\sqrt{27}}(1-\nu^2)^{1/4} \frac{A_x^{1/4} D_\theta^{3/4}}{lr\sqrt{r}} = 5.38 \frac{A_x^{1/4} D_\theta^{3/4}}{lr\sqrt{r}}, \quad (2)$$

где l, r, h – длина, радиус и толщина оболочки.

A_x – жёсткость на растяжение в продольном направлении;

D_θ – жёсткость на изгиб в окружном направлении,

$$A_x = \frac{Eh}{1-\nu^2} + \frac{E_c F_c}{l_c}; \quad (3)$$

$$D_\theta = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} + \frac{E_{ш} J_{ш}}{l_{ш}}, \quad (4)$$

E, h, ν – модуль упругости, толщина обшивки, коэффициент Пуансона;

E_c, F_c, l_c – модуль упругости, площадь поперечного сечения, шаг по окружности продольных ребер (стрингеров),

$$l_c = \frac{2\pi r}{N_c}, \quad (5)$$

где N_c – общее число продольных ребер;

$E_{ш}, J_{ш}, l_{ш}$ – модуль упругости, момент инерции, шаг по длине кольцевого подкрепления (шпангоута);

$l_{ш} = l / (N_{ш} + 1)$, $N_{ш}$ – число шпангоутов.

Моменты инерции сечений шпангоутов вычисляются (запас устойчивости) относительно осей, проходящих через их центры тяжести.

Из равенства (2) следует, что при действии внешнего давления целесообразно применить кольцевые подкрепления (шпангоуты), продольные ребра не эффективны.

Если оболочка подкреплена только кольцами (шпангоутами), то

$$q_{кр} = 0,92 \frac{Eh^2}{lr} \sqrt{\frac{h}{r}} \left[1 + \frac{J_{ш}}{J_{об}} (N_{ш} + 1) \right]^{3/4}, \quad (6)$$

где

$$J_{об} = \frac{lh^3}{12(1-\nu^2)} \quad (7)$$

– момент инерции продольного сечения оболочки;
 ν – коэффициент Пуансона ($\nu \approx 0.3$).

Следует проверить устойчивость пролёта оболочки между двумя шпангоутами по формуле

$$q_{кр.пр} = 0,92(N_{ш} + 1) \frac{Eh^2}{lr} \sqrt{\frac{h}{r}}. \quad (8)$$

Наименьший вес оболочки при следующем значении момента инерции шпангоута

$$J_{ш} = J_{об} \left[(N_{ш} + 1)^{1/3} - \frac{1}{N_{ш} + 1} \right]. \quad (9)$$

При $N_{ш} = 5$ в соответствии с равенством (9) $J_{ш} / J_{об} = 1,65$.

Условно можно считать, что мезга в цилиндре пресса располагается в виде полого цилиндра, основаниями которого служат передняя поверхность витка шнека и рабочая поверхность регулятора давления и толщины жмыха. Образующими поверхностями – внутренняя поверхность зерного цилиндра и вал шнека. Так как шнековый вал вращается, то каждое сечение этого цилиндра, перпендикулярное к оси, будет стремиться участвовать в двух движениях: поступательном – вдоль оси пресса, от витка к диафрагме, и вращательном – вокруг оси.

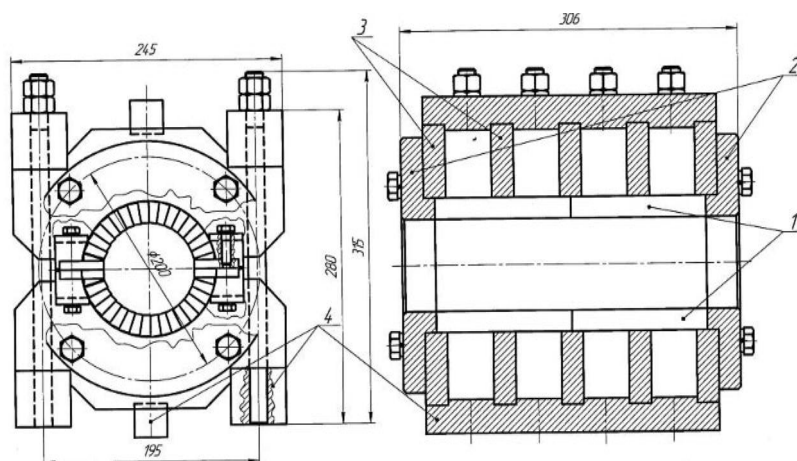


Рис. 1. Зер в сборе: 1 – зерная планка, 2 – фланец, 3 – шпангоут, 4 – стрингер.



Рис. 2. Зер лабораторного пресса.

Давление p , которое возникает на отдельном витке при сжатии мезги до определённого объёма, представляется вектором, нормально направленным к поверхности передней грани нитки.

В существующих конструкциях витков нитка наклонена под некоторым углом α к торцу витка; в поперечном сечении нитка представляет собой трапецию с углом наклона передней грани нитки β (рис. 3).

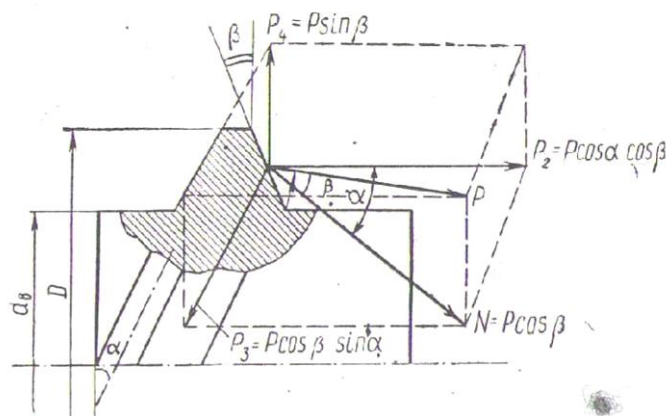


Рис. 3. Силы, действующие на витке шнека.

Нормально направленный виток может быть разложен по трём координатным осям. В результате разложения этого вектора получаем три составляющих давления: p_2, p_3, p_4 .

$$p_2 = p \cos \alpha \cos \beta. \tag{10}$$

$$p_3 = p \cos \beta \sin \alpha. \tag{11}$$

$$p_4 = p \sin \beta. \tag{12}$$

где p_2 – это давление витка на мезгу, направленное вдоль оси шнекового вала. Поэтому сила, противодействующая этому нажатию, т.е. сила упругих деформаций мезги, будет направлена в обратную сторону. Она является осевым усилием, которое воспринимает упорный подшипник шнекового вала.

Давление p_3 направлено против вращения шнекового вала и таким образом, препятствует его вращению. Она создаёт тот крутящий момент, который преодолевает шнековый вал.

p_4 – радиальное давление, направленное от вала к внутренней поверхности зернового барабана; оно прижимает мезгу к этой поверхности. Кроме того, под действием давления p_4 происходит выдавливание масла из толщи прессуемой мезги к щелям зернового барабана, через которые оно и удаляется. Однако нужно иметь в виду, что дав-

ление p_4 является лишь одной из составляющих полного радиального давления.

При сжатии тела в замкнутом пространстве силой, нормально направленной к поверхности сжимаемого тела, будет создаваться также радиальное давление

$$P = \xi P_n, \quad (13)$$

где P_n – нормальное давление, МПа;

ξ – коэффициент бокового давления

$$\xi = \frac{\mu}{1 - \mu}, \quad (14)$$

где μ – коэффициент Пуассона; для порошкообразных материалов $\mu = 0,28 \div 0,32$.

Для мезги примем среднее значение коэффициента Пуассона равным 0,3; тогда коэффициент бокового давления

$$\xi = \frac{0,3}{1 - 0,3} = 0,428.$$

Таким образом, создаваемое радиальное давление:

$$p' = 0,428P \cos \beta \cos \alpha. \quad (15)$$

Следовательно, полное удельное радиальное давление, МПа

$$p_p = p_4 + p' = p(0,428 \cos \beta \cos \alpha + \sin \beta). \quad (16)$$

В тех направлениях, где имеется перемещение, возникают силы трения, направленные в сторону, обратную движению. В данном случае мезга перемещается вдоль линии действия давления p_3 ; поэтому развивающаяся сила трения

$$T = fN = fp \cos \beta, \quad (17)$$

где f – коэффициент трения мезги о поверхность витка.

Следовательно, суммарное удельное давление в направлении p_3 , МПа.

$$p_T = p \cos \beta \sin \alpha + T = p(\cos \beta \sin \alpha + f \cos \beta). \quad (18)$$

Сила, давящая на нитку витка, Н

$$S = F_B p_T = [F_B p (\cos \beta \sin \alpha + f \cos \beta)] \cdot 10^6 \quad (19)$$

где F_B – боковая проекция площади нитки витка, м².

Боковая проекция площади нитки витка не представляет собой кольцо, так как шаг нитки больше длины витка, следовательно, на боковой проекции будет некоторый разрыв, равный углу θ . Поэтому боковая проекция площади нитки витка

$$F_B = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \frac{360 - \theta}{360}, \quad (20)$$

где D и d – наружные диаметры нитки и ступицы витка, м.

Сила S приложена на некотором расстоянии от оси шнекового вала, это расстояние равно среднему радиусу витка

$$r_{cp} = \frac{D + d}{4}.$$

В.А. Маслиников приводит данные, что закон сжатия мезги в шнековом валу форпресса (ФП) можно описать степенной функцией вида [2]

$$\epsilon_{ш.в.} = \frac{V_1}{V_n} = n^{1,145}. \quad (21)$$

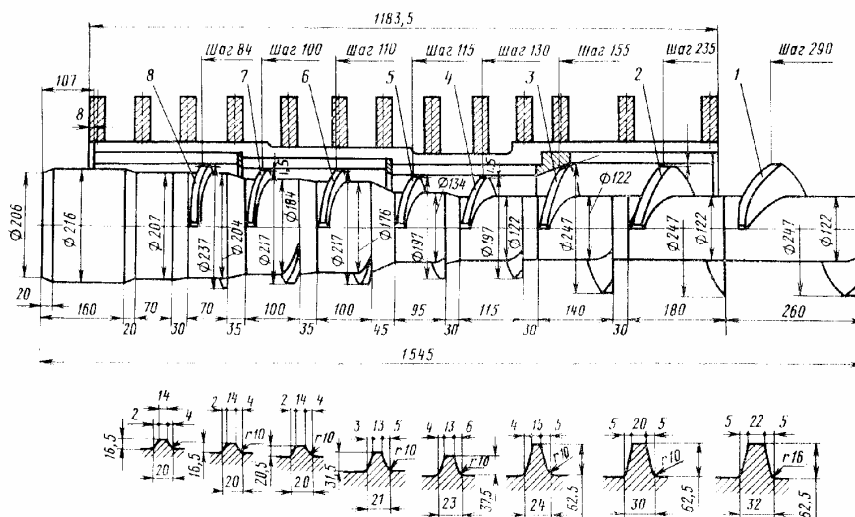


Рис. 4. Шнековый вал форпресса ФП: 1 – приёмный виток; 2 – 8 – прессующие витки.

Полученная степень сжатия на шнековом валу (табл.1), позволила проверить степень точности предлагаемой функции. На рис.5 представлены зависимости сжатия мезги в прессе ФП, полученные

тремя путями: 1 – на основе геометрических параметров витков вала пресса, 2 – по формуле (21), 3 – на основании проведенной нами статистической обработке геометрических параметров. Для дальнейших исследований использовали степень сжатия в витках пресса, полученные на основе фактических параметров пресса ФП. Так по расчётам степень сжатия мезги на шнековом валу составила 10,80.

При работе внутри зеера возникают пять потоков: вынужденный поток (прямой поток), противоток, циркуляционный поток и два потока утечки один в зазоре между вершиной нитки и внутренней поверхностью зеера, второй в угле разрыва нитки витка [5]. Гидродинамика всех пяти потоков, особенно потоков утечки, влияет на степень сжатия мезги в рабочей полости витков. Для проведения численных исследований полученных уравнений гидродинамики необходимо экспериментально определить реологические константы индекса течения и индекса её маслячности и плотности мезги различных семян при изменении режимов влаготепловой подготовки. Однако утечки легко определяются экспериментально-расчётным путём через коэффициенты возврата [2].

Теоретическую степень сжатия мезги в прессе $\varepsilon_{пр}^T$ можно представить как степень сжатия мезги, создаваемую шнековым валом $\varepsilon_{ш.в.}$, умноженную на некоторый коэффициент, величина которого зависит от ширины выходной щели пресса

$$\varepsilon_{пр}^T = k\varepsilon_{ш.в.}, \tag{22}$$

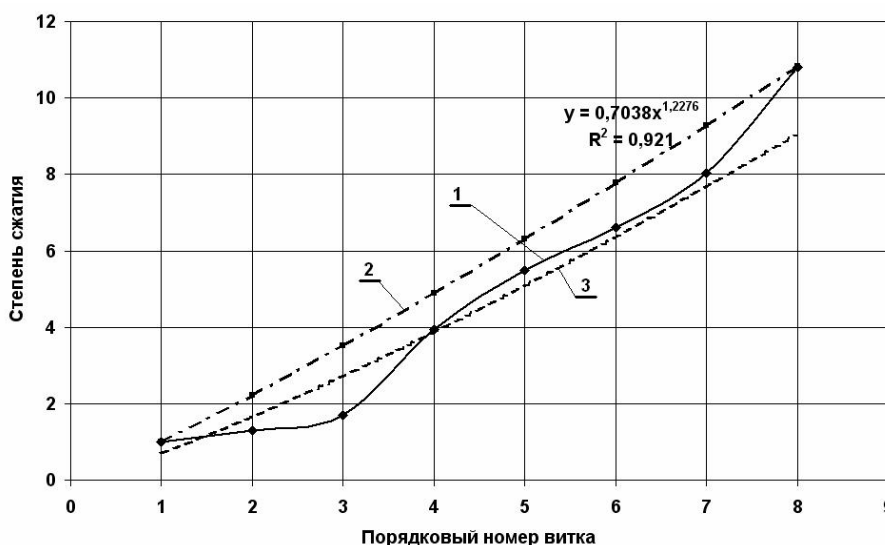


Рис. 5. Зависимость степени сжатия мезги в шнековом валу пресса ФП: 1 – полученная на основе геометрических параметров витков вала; 2 – полученная на основании зависимости (21); 3 - линия тренда кривой 1.

Математическая обработка экспериментальных данных зависимости степени сжатия мезги шнекового вала от ширины выходной щели регулировочного устройства, полученных на прессе ФП позволила найти следующую эмпирическую зависимость коэффициента **k**

$$\varepsilon_{\text{пр}}^{\text{T}} = \frac{10,2\varepsilon_{\text{ш.в.}}}{\delta^{0,85}}, \tag{23}$$

где δ – ширина выходной щели (в мм), при которой работает пресс.

Фактическая степень сжатия мезги в прессе ФП получена в виде следующего уравнения [9].

$$\varepsilon_{\text{пр}}^{\text{п}} = 0,97 \left[\varepsilon_{\text{пр}}^{\text{T}} - (21,8 - 1,16\delta) \right]. \tag{24}$$

Фактическая степень сжатия на прессующем витке шнека

$$\varepsilon_{\text{в}}^{\text{п}} = 1 + \frac{\varepsilon_{\text{в}}^{\text{T}} - 1}{\nu}, \tag{25}$$

где $\varepsilon_{\text{в}}^{\text{ф}}$; $\varepsilon_{\text{в}}^{\text{T}}$ – фактическая и теоретическая степени сжатия мезги на витке;

ν – отношение теоретической к практической степени сжатия мезги на конусе прессы при рабочей ширине выходной щели

$$\nu = \frac{\varepsilon_{\text{пр}}^{\text{T}} - 1}{\varepsilon_{\text{пр}}^{\text{п}} - 1}, \tag{26}$$

Определяем теоретическую $\varepsilon_{\text{пр}}^{\text{T}}$ и фактическую степень сжатия прессы $\varepsilon_{\text{пр}}^{\text{ф}}$ с учётом противотоков по разработанной методике.

Таблица 1– Расчёт параметров сжатия прессы ФП

δ	k	$\varepsilon_{\text{пр}}^{\text{T}}$	$\varepsilon_{\text{пр}}^{\text{ф}}$	ν
6	2,224189	24,03592	8,9200424	2,908560186
7	1,951043	21,08414	7,1820158	3,248801143
8	1,741701	18,82187	6,1128139	3,485726324
9	1,575774	17,02876	5,4986972	3,562978188
10	1,440788	15,57002	5,2089194	3,461700882
11	1,328668	14,35838	5,1588286	3,212053509
12	1,233946	13,33476	5,2911172	2,874486859

Результаты расчётов теоретической и фактической степеней сжатия мезги в прессе представлены в табл.1. Где δ – ширина выход-

ной щели (в мм) при которой работает пресс; k – некоторый коэффициент, величина которого зависит от ширины выходной щели прессы; ν – отношение теоретической к практической степени сжатия мезги на конусе прессы при рабочей ширине выходной щели

Результаты расчёта фактической степени сжатия на витках прессы ФП в зависимости от ширины выходной щели прессы представлены в табл. 2. Где $\varepsilon_{ш.в.}$ – степень сжатия мезги, создаваемая шнековым валом.

Расчёты показали, что степень сжатия в витках шнекового вала прессы ФП по свободному объёму витков изменяется от 1 до 10,8 (табл. 2). Фактическая степень сжатия мезги на витках при ширине выходной щели 6 мм изменяется от 1,42 до 8,9 (табл.2); при ширине щели 8 мм от 1,21 до 6,11, а при щели 12 мм от 1 до 5,29. За основу дальнейших расчётов принята ширина выходной щели 8 мм, т.е. при степени сжатия мезги не выше 6,11.

Таблица 2 – Результаты расчёта фактической степени сжатия мезги на витках прессы ФП

№ прессыющ. витка	Длина шнеков. вала	$\varepsilon_{ш.в.}$	δ – ширина выходной щели, мм						
			6	7	8	9	10	11	12
			Фактическая степень сжатия на прессующем витке шнека						
1	210	1	1,42	1,29	1,21	1,16	1,12	1,10	1,08
2	350	1,2927	1,64	1,47	1,36	1,29	1,25	1,22	1,20
3	495	1,6904	1,94	1,71	1,56	1,47	1,41	1,38	1,37
4	590	3,9471	3,67	3,06	2,68	2,46	2,35	2,32	2,34
5	735	5,4862	4,85	3,99	3,45	3,14	2,99	2,95	3,00
6	870	6,6111	5,71	4,66	4,02	3,64	3,46	3,42	3,49
7	975	8,0225	6,79	5,51	4,72	4,27	4,05	4,01	4,09
8	1075	10,8066	8,92	7,18	6,11	5,50	5,21	5,16	5,29

На рис. 6 представлены полученные расчётным путём зависимости степени сжатия мезги на витках шнекового прессы при различной ширине выходной щели прессы.

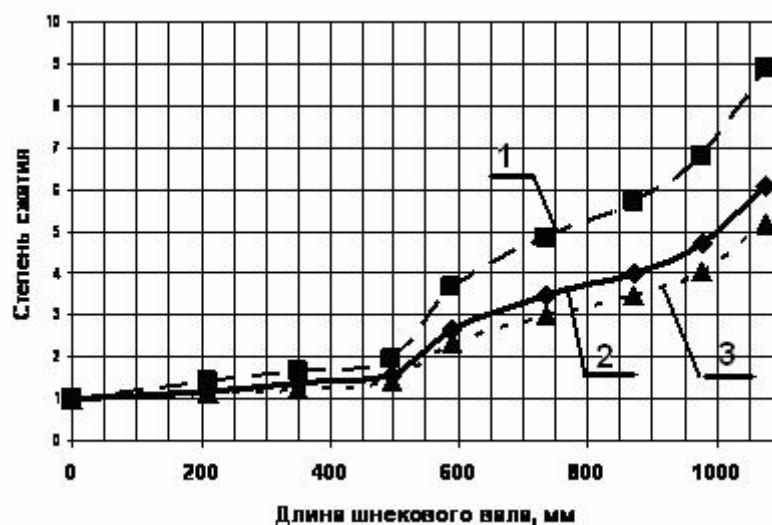


Рис. 6. Степень сжатия мезги на витках шнекового прессы при различной ширине выходной щели.

В.А. Масликов [2] изучил кривые прессования подсолнечной мезги (рис.1) в зависимости от влажности, температуры жарения и прессования и степени сжатия и получил следующее обобщенное уравнение, связывающее эти переменные

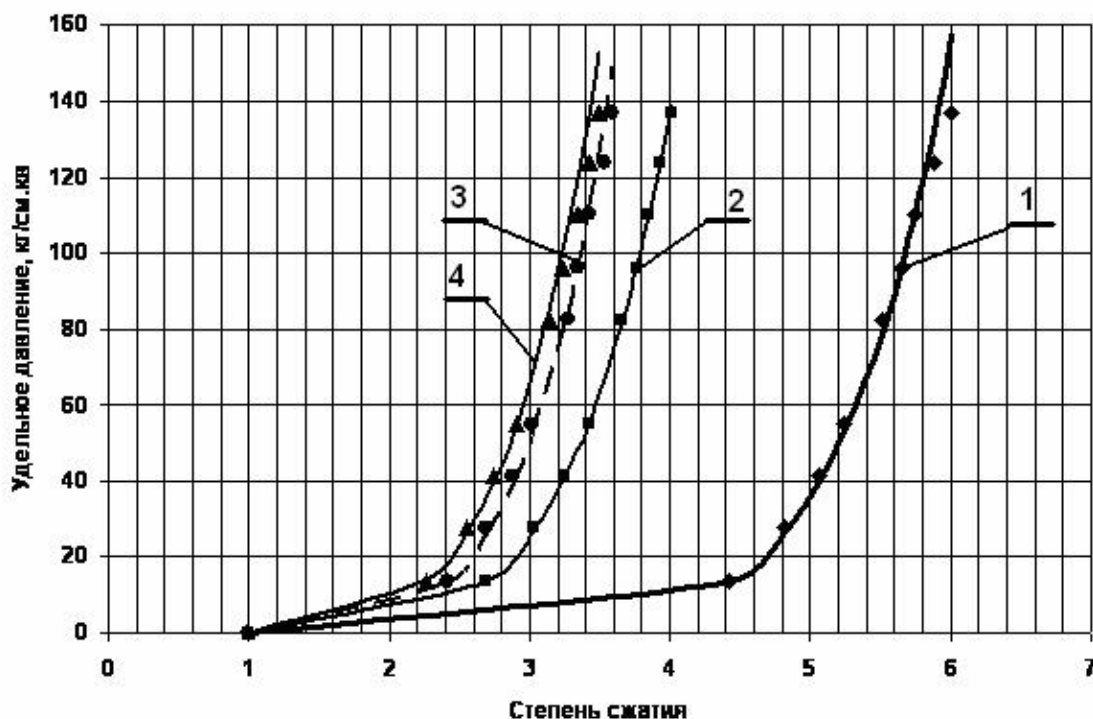


Рис. 7. Зависимость изменения удельного давления от степени сжатия в диапазоне степени сжатия от 1 до 6 при температуре жарения и прессования мезги 90⁰С: 1 – влажности 6,55%, 2 – влажности 1,8%, 3 – влажности 0,945%, 4 – влажности 0,22%.

$$p = \frac{25,2a\varepsilon^{5,5}}{e^{0,022W}}, \quad (27)$$

где p – удельное давление, кг/см²;

ε – степень сжатия мезги;

W – влажность прессуемой мезги (%) при постоянной температуре;

a – коэффициент, зависящий от влажности мезги и температуры её жарения и прессования. Так при $t = 90^{\circ}\text{C}$ и $W = 4\%$ $a = 0,00090$ [4, табл. 3].

Выводы. На основании проведенного анализа работы шнекового пресса при переработке семян масличных культур можно сделать следующие выводы:

1. При форпрессовом отжиме давление в зерной камере достигает 100 – 200 кг/см², а при экспеллерном прессовании 200 – 300 кг/см². Для повышения надёжности пресса необходима отработанная методика прочностного расчёта зерной камеры.

2. Конструкция зерной камеры при прочностном расчёте позволяет использовать методику расчёта устойчивости подкреплённых оболочек совместно с теоретическим расчётом эффективной, фактической степени сжатия на витках пресса в зависимости от перерабатываемой культуры семян, места пресса в технологической схеме переработки и величины выходной щели регулировочного устройства.

Литература

1. *Колпаков И.П.* Руководство по эксплуатации шнековых прессов ФП и ЕП при переработке подсолнечных семян / *Колпаков И.П.* – М.: Пищепромиздат. 1951. – 128 с.

2. *Масликов В.А.* Технологическое оборудование производства растительных масел / *Масликов В.А.* – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 440 с.

3. *Биргер И.А.* Расчёт на прочность деталей машин: Справочник / *И.А. Биргер, БФ. Шорр, Г.Б. Иосилевич.* – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – с. 494 – 516.

4. *Масликов В.А.* Упругие свойства мезги и работа, затрачиваемая на её сжатие / *Масликов В.А.* – Известие вузов. Пищевая промышленность, 1962, №2, – с.128 – 133.

5. *Дидур В.А.* Влияние противотоков на режим работы шнекового пресса. / *Дидур В.А., Ткаченко В.А., Ткаченко А.В., Дидур В.В.* // Праці ТДАТУ – Мелітополь, 2011. – Вип.11, том 4, – С.20 – 34.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЗЕЕРНОЙ КАМЕРИ ШНЕКОВОГО ПРЕСА

Дідур В.А., Ткаченко О.В., Ткаченко В.О., Ковальчук Ю.О.,
Каричковський Д.Л.

Анотація – робота присвячена підвищенню надійності й довговічності зеерной камери шнекового преса для переробки насіння олійних культур шляхом створення методики міцностного розрахунку зеерной камери як оболонки з кільцевими й поздовжніми підкріпленнями.

DESIGN PROCEDURE LATTICED OF THE CHAMBER IN SPIRAL OF THE PRESS

V. Didur, A. Tkachenko, V. Tkachenko, Yu. Kovalchuk,
D. Karichkovskii

Summary

Work is devoted reliability and durability increase latticed chambers spiral the press for processing of seeds of olive cultures by technique creation durability calculation latticed chambers as covers with ring and longitudinal.



БИОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ СЕМЯН

Смердов А.А., д.т.н.,

Петровский А.Н.

Полтавская государственная аграрная академия

Тел. (05322) 2-29-81

Аннотация – в статье рассмотрены вопросы разработки и построения биотехнической системы (БТС) облучения электромагнитным (ЭМ) полем семян. Система включает два биообъекта: первый – облучаемые семена; второй – человек-оператор, работающий в ЭМ поле с частотой 27,12 МГц. Требования этих двух биообъектов к излучаемой ЭМ энергии являются противоречивыми. Испытания созданной системы при облучении семян пшеницы, ячменя, огурцов и томатов показали, что всхожесть повышается в 1,2...1,35 раза по сравнению с необлученными семенами. Оптимальный диапазон температур при облучении семян составил 23...31°C. Полевые испытания предпосевного облучения ячменя показали увеличение урожайности на 24%. Разработанная БТС исключает влияние ЭМ поля на обслуживающий персонал и позволяет находиться в непосредственной близости к источнику излучения поля.

Ключевые слова – биотехническая система, биообъект, семена, облучение семян, температура, всхожесть, урожайность.

Постановка проблемы. Анализ хозяйственной деятельности агропромышленного комплекса Украины показывает, что рост расходов на производство продукции растениеводства опережает рост урожайности: на 1% увеличения урожая приходится 2,5% повышения антропогенных расходов [1]. Урожайность сельскохозяйственных культур в значительной степени определяется высоким качеством семенного материала, интенсивным проростанием семян и высоким темпом роста растений на начальном этапе развития, которые зависят от условий формирования семян в период вегетации, своевременной и качественной их подготовки в предпосевной период.

Системы электромагнитного облучения (стимуляции) семян являются биотехническими системами. Биотехническая система (БТС) –

это совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых биологических и технических систем или объектов, направленных на решение единой задачи. Биотехнические системы можно разделить на следующие виды: БТС медицинского назначения для лечения людей; БТС ветеринарной медицины и животноводческого назначения; БТС растительного назначения; БТС предназначенные для обработки грунта.

Системы предпосевной электромагнитной стимуляции семян являются типичными БТС растительного назначения. Эти системы, формирующие способы внешнего воздействия на растительные биологические объекты, связанные с использованием электромагнитных (ЭМ) полей, являются самыми распространенными на сегодняшний день и позволяют создавать новые технологии, обладающие высокой биологической и экономической эффективностью [2].

Анализ последних исследований. Целью настоящей работы является разработка биотехнической системы (БТС) облучения электромагнитным полем семян различных растений и обсуждение полученных экспериментально-производственных результатов.

Отметим, что разработка любой БТС тесно связана с использованием различных физических явлений, полей и излучений, их взаимодействием с биологическим объектом на макро-, микро- и наноуровне [2]. При этом основной задачей является исследование условий передачи воздействия, сформированного техническими средствами, биологическому объекту, а также выбор формы, интенсивности, длительности и других параметров воздействия, согласованных с физиологическими характеристиками биообъекта.

Формулирование цели статьи. Особенность рассматриваемой БТС состоит в том, что она включает два биообъекта: первый – семена, стимуляция которых ЭМ полем должна интенсифицировать процесс их всхожести и роста; второй – человек-оператор, облучение которого электромагнитным полем в диапазоне частот от 20 до 300 МГц приводит к поглощению энергии поля всем телом человека, особенно значительному локальному поглощению (например, головой), что может вызвать нежелательные последствия. Эти противоречивые требования с точки зрения излучаемой ЭМ энергии необходимо учитывать при разработке БТС стимуляции семян.

Основная часть. Рассмотрим построение и работу технической подсистемы-аппарата облучения УВЧ 27-60 [3], который является составной частью БТС предпосевого облучения семян, включающей также человека-оператора. На рис.1 представлена блок-схема технической подсистемы облучения семян ЭМ полем. В основу построения системы положен способ облучения семян ЭМ полем в диапазоне частот 20-30 МГц с продолжительностью импульсов 0,03-0,04 мкс и

мощностью облучения 20-60 Вт [4].

Задающий генератор генерирует синусоидальный сигнал частотой 27,12 МГц, который подается на усилитель. Частота автогенератора стабилизирована кварцем. Выбор такой частоты (длина волны 11,06 м) основан на многолетнем применении медицинских аппаратов УВЧ-терапии при лечении острых воспалительных процессов в органах и тканях человека. С выхода усилителя сигнал через согласующее устройство подается на резонансный LC контур и далее на блок облучения, представляющий собой емкость, между пластинами которой находятся облучаемые семена. При этом емкость одновременно является антенной аппарата, к которой подводится регулируемая в пределах (10-60) Вт мощность ЭМ поля. Часть энергии ЭМ поля в антенне-конденсаторе идет на нагревание зерна, а часть – излучается в свободное пространство, что представлено на рис.1.

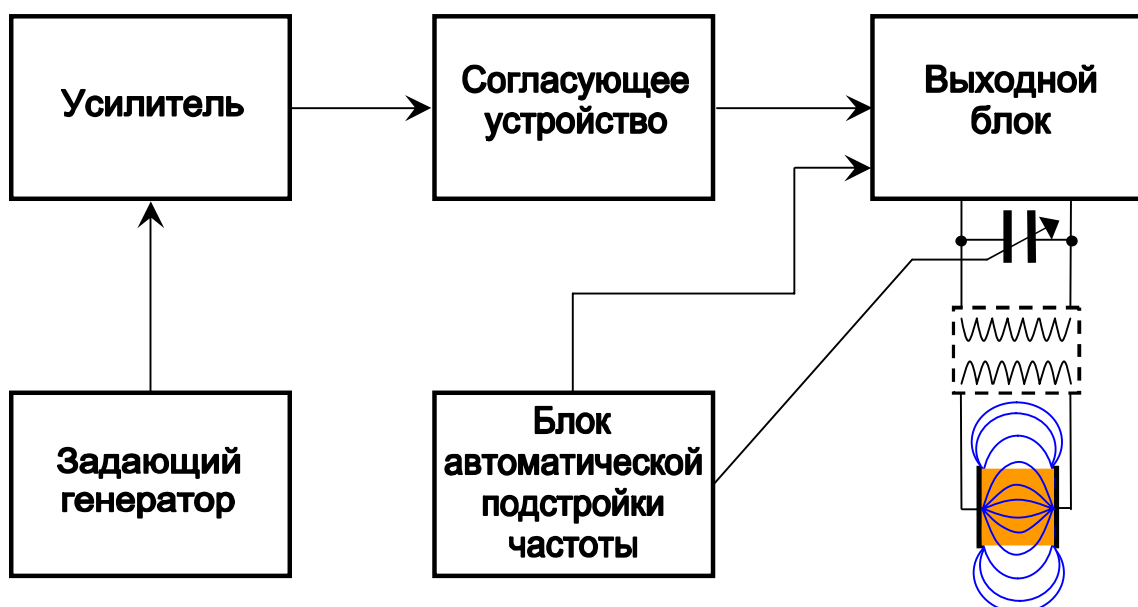


Рис.1. Блок-схема аппарата предпосевного облучения семян.

Эффективное облучение семян осуществляется, когда вторичный контур настроен на рабочую частоту. В этом случае напряжение электрического поля между пластинами конденсатора максимально. Однако, облучаемые семена имеют различные характеристики - вид, размеры, влажность и др. Это приводит к изменению их диэлектрических параметров и, как следствие, к изменению резонансной частоты контура, что требует автоматической подстройки частоты.

Блок автоматической подстройки частоты (АПЧ) осуществляет подстройку частоты резонансного LC контура посредством цилиндрического воздушного конденсатора, подключенного параллельно элементам контура [5]. Емкость воздушного конденсатора изменяется путем изменения положения его пластин с помощью электродвигате-

ля, который входит в состав исполнительного механизма блока АПЧ. Разработанный блок АПЧ обеспечивает подстройку частоты при большой излучаемой мощности и в широких пределах изменения диэлектрических параметров облучаемых семян.

Общий вид аппарата УВЧ 27-60 представлен на рис.2.



Рис.2. Конструкция аппарата предпосевного облучения семян.

Конструктивно аппарат выполнен в виде двух блоков: электронного блока и емкости-облучателя, соединенных коаксиальным кабелем. Конструкция емкости-облучателя позволяет засыпать сверху зерно. Разработанная конструкция обеспечивает полное автоматическое освобождение её от облученных семян.

Емкость-облучатель является антенным устройством, подводя к которому мощностью частотой 27,12 МГц достигает 60 Вт. При нормальной работе аппаратуры облучение персонала может быть весьма значительным: напряженности поля превышают 2000 Вт/м и 5 А/м [6]. Более чем 80-летняя практика применения ЭМ поля этой частоты для медицинских целей нагрева глубоких тканей, а также стимуляции определённых физиологических процессов показала, что для уменьшения опасности облучения во время работы аппаратуры, обслуживающему персоналу не рекомендуется находиться на расстоянии ближе чем 2 м от устройства излучения [6]. Отечественные исследования в области влияния на человека ЭМ полей в диапазоне 20...300 МГц и критерии их оценки практически отсутствуют [7]. Поэтому с целью уменьшения дозы облучения обслуживающего персо-

нала антенная емкость выполнена в виде восьмигранной призмы, боковые грани которой имеют короткозамкнутый виток. Это практически исключает электромагнитное излучение за пределы емкости, обеспечивает полную безопасность обслуживающего персонала и позволяет находиться в непосредственной близости с излучающим аппаратом.

Технические характеристики аппарата облучения семян УВЧ 27-60 представлены в таблице 1.

Таблица 1- Технические характеристики аппарата УВЧ 27-60

Характеристика	Единица измерения	Величина
Рабочая частота	МГц	27,12±0,05%
Выходная мощность	Вт	10...60
Длительность облучения емкости	мин	1...99
Объем мощности антенны	дм ³	7,8
Производительность	кг/час	2...20
Напряжение питания	В, Гц	(220±10%), 50
Потребляемая мощность	ВА	не более 100

Для экспериментальных испытаний аппарата УВЧ 27-60 были использованы следующие сорта растений: пшеница «Коломак-5» третьего класса, ячмень «Гетман», огурцы «Феникс 690», томаты «Дар Заволжья». Масса отобранных проб по каждому виду растений составляла 0,05 кг. Путем случайной выборки отбиралось по 200 семян с начальной влажностью 10...12% при температуре хранения 18°C, которые делились по 100 штук. Первая проба была контрольной, другие 15 проб облучались в пределах от 1 до 15 минут с интервалом в одну минуту. Семена облучались аппаратом УВЧ 27-60 при выходной мощности 60 Вт, затем увлажнялись в чашках Петри с фильтровальной бумагой и помещались для проращивания в термостат при температуре +24±0,5°C. Через трое суток определялось количество проросших семян.

Экспериментальные данные по всхожести семян пшеницы, огурцов и томатов в зависимости от времени облучения при выходной мощности 60 Вт аппарата УВЧ-27-60 представлены в таблице 2.

При этом температура нагрева семян T связана с длительностью их облучения t соотношением

$$T = T_H + 17,5(1 - e^{-\alpha t}),$$

где $T_H=18^{\circ}\text{C}$ – начальная температура; $\alpha=0,1 \text{ мин}^{-1}$ – постоянная времени нагрева.

Таблица 2- Всхожесть семян в зависимости от времени облучения

Длительность облучения, мин.	Всхожесть семян, %			
	пшеница	ячмень	томаты	огурцы
Контрольная партия	72	71	72	76
5	95	83	79	90
10	88	92	88	82
15	82	85	82	78

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что всхожесть всех семян имеет максимум, который в 1,2...1,35 раза больше по сравнению с контрольными. При этом оптимальное значение времени облучения для разных семян меняется от 2 до 12 минут [8]. Оптимальные значения температуры нагревания семян, при которых достигается максимальная всхожесть, находятся в диапазоне от 23 до 31 $^{\circ}\text{C}$ и представлены на рис.3.

Уменьшение всхожести семян после достижения максимальных значений при дальнейшем повышении температуры обусловлено локальным перегревом клеточных мембран и денатурацией белков-переносчиков в зародыше.

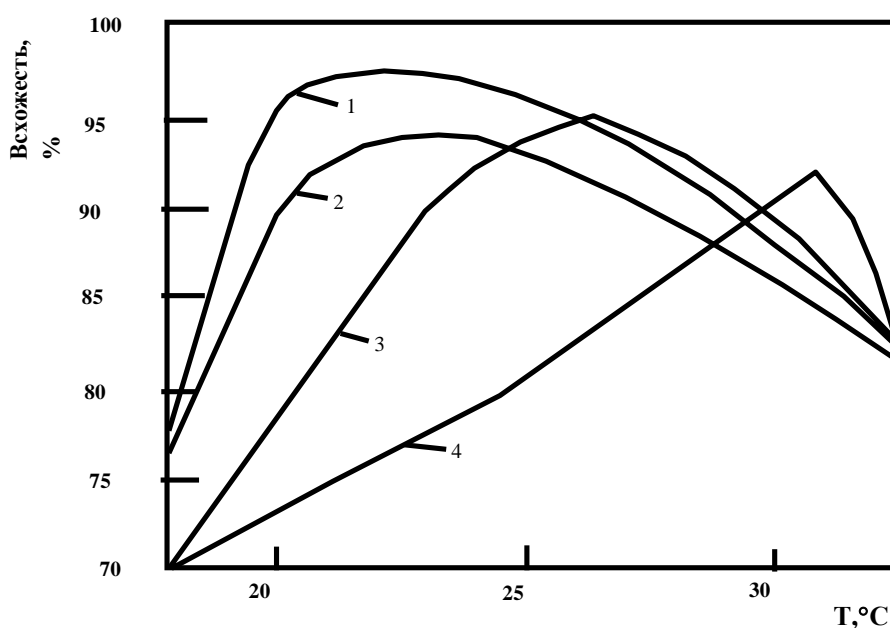


Рис. 3. Всхожесть различных семян в зависимости от температуры нагрева: 1 – семена огурцов; 2 – пшеницы; 3 – ячменя; 4 – томатов.

Кроме экспериментальных исследований по определению всхожести различных семян в зависимости от мощности и длительности их облучения были проведены производственно-полевые испытания. Испытания проводились на полевой базе научно-исследовательского института агрономии в период марта-сентября 2011 года. Высевался ячмень сорта «Гетман» (репродукции урожая 2010 г.) с начальной всхожестью 70-75%. Было облучено 10 кг ячменя при температуре 26-27°C и высеяно на поле площадью 660 м². Посев проводился сеялкой СЗС-1.1 при общей норме посева 140-180 кг/га. На рис.4 показано ячменное поле на 60-й день после посева.



Рис. 4. Вид ячменного поля на 60-й день после посева: правая полоса облученные семена; левая – необлученные.

Полевые испытания показали повышение всхожести ячменя на 20-27%, улучшение энергии роста и повышение урожайности на 24%.

Отдельно можно отметить влияние ЭМ облучения на семена лекарственных растений. Лекарственные растения относятся к дикорастущим, а следовательно их семена изначально имеют небольшую всхожесть (10 – 50 %). При выращивании таких растений в культурных условиях особо остро стоит вопрос повышения всхожести семян. Используя технологию облучения ЭМ полем можно повысить всхожесть и энергию прорастания таких семян. Проведённые опыты на семенах эхинацеи бледной, эхинацеи пурпурной и валерианы показали увеличение всхожести на 45 – 300% и энергии прорастания на 40 – 75%

На основе данных работы [9] на рис. 5 представлена сравнительная характеристика удельных энергозатрат на облучение семян при различных электротехнологиях, включая разработанную БТС, работающую в высокочастотном диапазоне частот ЭМ поля (столбец 4).

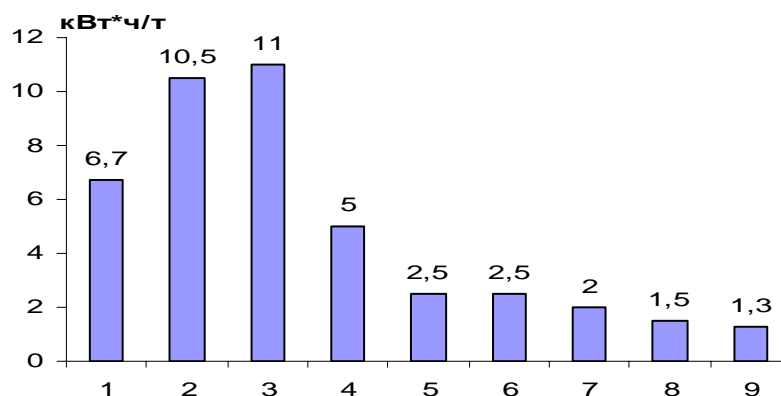


Рис. 5. Характеристика удельных энергозатрат на облучение семян при различных электротехнологиях: 1 – водородно-плазменное воздействие; 2 – ультрафиолетовое излучение; 3 – инфракрасное излучение; 4 – высокочастотное ЭМ поле; 5 – низкоэнергетическое крайневысокочастотное ЭМ поле; 6 – ультравысокочастотное ЭМ поле; 7 – постоянное электрическое поле; 8 – переменное электрическое поле промышленной частоты; 9 – гамма-излучение.

Анализ показывает, что энергозатратность разработанной системы в 2 раза выше, чем низкоэнергетической системы (столбец 5) облучения семян томатов, огурцов, моркови, работающей на частоте 37 ГГц [9].

Выводы. Лабораторные испытания по облучению семян пшеницы, ячменя, огурцов и томатов ЭМ полем показали, что их всхожесть повышается в 1,2...1,35 раза по сравнению с контрольными и имеет максимум в зависимости от длительности облучения.

Облучение ЭМ полем семян лекарственных растений с низкой всхожестью (10 – 50%) показало увеличение всхожести эхинацеи бледной, эхинацеи пурпурной и валерианы на 45 – 300% и энергии прорастания на 40 – 75%.

Определено максимальное значение всхожести различных семян, которое зависит от мощности и длительности их облучения ЭМ полем, при этом оптимальное значение температуры разогрева семян находится в диапазоне от 23 до 30 °С. Уменьшение всхожести при повышении температуры обусловлено локальным перегревом клеточных мембран и денатурацией белков – переносчиков в зародыше.

Полевые испытания предпосевного облучения ячменя показали повышение урожайности на 24% по сравнению с контрольными показателями.

Разработанная БТС предпосевного облучения семян исключает влияние ЭМ поля на человека-оператора, работающего в непосредственной близости с антенной емкостью.

На международной выставке «Агро-2011» аппарат УВЧ 27-60

был отмечен золотой медалью.

Литература

1. *Скрипник М.М.* Энергозберігаючі електротехнології опромінення рослин / *М.М. Скрипник* // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2006. – №2-3 (18). – С.22-29.

2. *Черенков А.Д., Косулина Н.Г.* Применение информационных электромагнитных полей в технологических процессах сельского хозяйства / *А.Д. Черенков, Н.Г. Косулина* // Світлотехніка та електроенергетика, 2005. - №5. – С.77-80.

3. *Смердов А.А., Петровский А.Н.* Аппарат УВЧ облучения семян сельскохозяйственных культур / *А.А. Смердов, А.Н. Петровский* // Труды конференции «Актуальные проблемы биомедицины». т.ШІІІ. – Сборник научных трудов МРФ – 2011. – Харьков, 2011. – С.71-75.

4. Пат.№51700, Україна. Спосіб передпосівного опромінення насіння зернових. МПК А01С01/00/ *Петровський О.М., Смердов А.А., Жемела Г.П., Волков С.І., Ландар А.А.* – Опубл. 26.07.2010. Бюл.№14, 2010 р.

5. Пат.№58446, Україна. Пристрій для передпосівного опромінення насіння. МПК А01С01/08/ *Петровський О.М., Смердов А.А., Волков С.І., Ландар А.А.* – Опубл. 11.04.2011. Бюл.№7, 2011 р.

6. *Дьомін Д.О., Кузнєцов С.Д., Кузьнєцов О.С., Макаренко К.С.* Огляд літератури щодо дії неіонізованого випромінювання на людину (від 100 кГц до 300 ГГц) / *Д.О. Дьомін, С.Д. Кузнєцов, О.С. Кузьнєцов, К.С. Макаренко* // Биомедицинская инженерия, 2011. - №2. – С.93-94.

7. *Мильд У.Х.* Воздействие электромагнитных ВЧ-полей на персонал / *У.Х. Мильд* // ТИИЭР. Тематический выпуск: Биологические эффекты электромагнитной энергии и медицины, 1980. - №1. – С.16-21.

8. *Смердов А.А., Петровский О.М.* Визначення оптимальних режимів обробки насіння електромагнітним полем / *А.А.Смердов, О.М. Петровський* // Актуальні питання біологічної фізики та хімії БФФХ: Матеріали VII Міжнар.науково-техн.конф. – Севастополь, 2011. – С.44-45.

9. *Никифорова Л.Е.* Низкоэнергетические электромагнитные технологии для активации семян тепличных культур: дис... доктора техн. наук: 05.11.17 – «Биологические и медицинские устройства и системы» / *Никифорова Лариса Евгеньевна.* – Мелитополь, 2009. – 302 с.

БІОТЕХНІЧНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СТИМУЛЯЦІЇ НАСІННЯ

Смердов А.А., Петровський О.М.

Анотація – в статті розглянуті питання розробки і побудови біотехнічної системи (БТС) опромінення електромагнітним (ЕМ) полем насіння. Система включає два біооб'єкти: перший - опромінюване насіння; другий - людина-оператор, що працює в ЕМ полі з частотою 27,12 МГц. Вимоги цих двох біооб'єктів до випромінюваної ЕМ енергії є суперечливими. Випробування створеної системи при опроміненні насіння пшениці, ячменю, огірків і томатів показали, що схожість підвищується в 1,2...1,35 разів в порівнянні з неопроміненим насінням. Оптимальний діапазон температур при опроміненні насіння склав 23...31°C. Польові випробування передпосівного опромінення ячменю показали збільшення врожайності на 24%. Розроблена БТС виключає вплив ЕМ поля на обслуговуючий персонал і дозволяє знаходитися в безпосередній близькості до джерела випромінювання поля.

BIOTECHNICAL SYSTEM OF ELECTROMAGNETIC STIMULATION OF SEED

A. Smerdov, A. Petrovsky

Summary

This article are discussed the questions of design and build a biotech of the system (BTS) irradiation by electromagnetic (EM) field of agricultural seed-ment plants. The system consists of two biological objects: the first - irradiated cross-exchange, the second - a human operator working in the EM field with a frequency of 27.12 MHz. The requirements of these two biological objects to the radiated electromagnetic energy is controversial. Tests of the system created by irradiation of seed wheat boundary, barley, cucumber and tomato showed that germination increases of 1.2 ... 1.35 times compared with non-irradiated seeds. The optimal temperature range-zones irradiated seeds was 23 ... 31° C. Field trials of pre irradiation showed an increase in barley yields by 24%. Designed BTS eliminates the influence of electromagnetic fields on staff and can be in close proximity to the source of the radiation field.



МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ДОЗИ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ОПРОМІНЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

Червінський Л.С., д.т.н.,

Терновик В.А.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тел. 044 527-85-22

Анотація - обґрунтована методика визначення ефективної дози ультрафіолетового опромінення тварин на основі зоотехнічно обґрунтованої добової потреби у вітаміні D із врахуванням ефективності поглинання випромінювання в товщі поверхні тіла.

Ключові слова - доза ультрафіолетового випромінювання, вітамін D, спектр поглинання, шкіряно-шерстинний покрив.

Постановка проблеми. Технологія промислового тваринництва передбачає утримання основних груп сільськогосподарських тварин практично круглий рік в закритих приміщеннях тваринницьких комплексів [1, 10]. Так, в свинарстві при безвигульного утримання тварини взагалі не отримують сонячного світла, що призводить до зниження кількості вітамінів, що виробляються під дією світла, зокрема, вітаміну D [6, 11].

Аналіз останніх досліджень. Особливо гостро його нестача відчувається у молодняка і маточного поголів'я, тому вітаміни тваринам дають з кормом або роблять внутрішньо м'язові ін'єкції [13].

Формулювання мети статті. Для компенсації нестачі вітаміну D рекомендується проводити профілактичне ультрафіолетове опромінення всіх видів сільськогосподарських тварин.

Визначено два напрямки підвищення ефективності ультрафіолетового опромінення тварин і птахів:

- створення штучних джерел із спектрами ультрафіолетового випромінювання співпадаючими із спектрами біологічної дії (антирахітним, еритемним, D-вітаміностворюючим, тощо);
- забезпечення оптимальних доз ультрафіолетового випромінювання та режимів опромінювання.

Названі напрямки можуть бути реалізовані лише при чіткому

виясненні кількісного і якісного ефекту дії ультрафіолетового (УФ) випромінювання на тваринний організм, тобто при відомих спектрах біологічної дії не у відносних одиницях, а енергетичних.

Основна частина. Встановлено, що найбільш важливою і дослідженою дією УФ випромінювання на тваринний організм є антирахітна дія, яка проявляється в утворенні у шкірі вітаміну D₃ із 7-дигідрохолестерина (провітаміну D) з наступним його перерозподілом по всьому організму. Якщо покласти в основу дозування УФО прогнозовану кількість вітаміну D, яку потрібно утворити в організмі тварини для її оптимального розвитку, то можна визначити конкретну дозу УФ опромінення для даних тварин. Тому правомірно у якості критерію дозування УФ випромінювання прийняти його D – вітаміноутворюючу дію. Більш ніж піввіковими дослідженнями вчених різних країн світу вивчено вплив вітаміну D на тваринний організм і встановлені добові норми його потреби для оптимального розвитку тварин. Наприклад, достатньо повно норми добового споживання вітаміну D для свиней різного віку і вагових категорій приведено в [8], великої рогатої худоби – в [9]. Тобто є правомірним покласти їх в основу розрахунку доз УФО як нормовану кількість вітаміну D, яку необхідно створити в організмі тварини енергією УФ випромінювання для її оптимального розвитку. Підтвердженням даного підходу служать результати експериментальних досліджень, що хімічний вітамін D лише покращує кальцієво-фосфорний обмін в кісткових структурах, тоді як УФ випромінювання має значно ширший позитивний вплив на організм тварини [1,2].

Методичний підхід до розрахунку дози ультрафіолетового опромінення тварин за спектром D – вітаміностворюючої дії ультрафіолетового випромінювання та зоотехнічно обґрунтованою добовою потребою у вітаміні D для конкретних тварин запропонований Червінським Л.С ще у кінці ХХ століття на прикладі УФ опромінювання свиней різного віку і порід [10,11]. Глибокий аналіз літератури фотобіологічних і фотохімічних досліджень [2,3,9] у даному напрямку дозволив нам зібрати достовірні результати щодо визначення спектра D-вітаміностворюючої дії УФ випромінювання і, за методикою наведеною в [11], вперше одержати спектральну залежність кількості енергії УФ випромінювання, необхідної для утворення інтернаціональної одиниці маси ($25 \cdot 10^{-9}$ г) вітаміну D (тобто кількісно визначити питомі енерговитрати випромінювання з довжиною хвилі λ на утворення вітаміну D), яка приведена на рис.1.

Енергетична залежність, що приведена на рис.1, має важливе практичне значення для визначення ефективної дози УФО тварин і птахів тому, що характеризує не тільки якісну дію випромінювання конкретної довжини хвилі по утворенню вітаміну D, а й визначає фактичне значення енергії цього випромінювання.

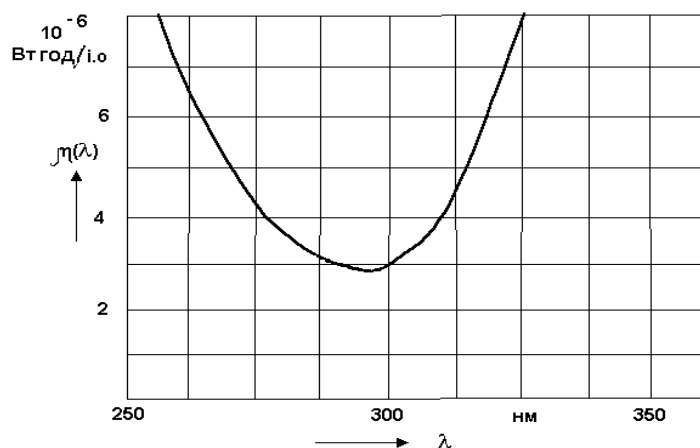


Рис. 1. Спектральна залежність кількості енергії УФ випромінювання необхідної для утворення інтернаціональної одиниці маси ($25 \cdot 10^{-9} \text{г}$) вітаміну D.

Грунтовний аналіз досліджень ряду вчених [2,3,6] і власних досліджень [11,13] дозволив запропонувати методику визначення фактичної дози ультрафіолетового опромінення тварин або птахів на основі зоотехнічно обґрунтованої добової потреби у вітаміні D за спектром питомих енерговитрат D- вітаміностворюючої дії ультрафіолетового випромінювання із врахуванням ефективності поглинання поверхні тіла за виразом

$$H_d = \frac{\Omega \times M_d}{\gamma \times S} \int_{250}^{330} \mu(\lambda) d\lambda, \tag{1}$$

де M_d – зоотехнічно обґрунтована добова потреба тварини у вітаміні D, і.о.; S – площа опромінюємої поверхні тварини, м^2 ; $\mu(\lambda)$ – кількісна енергетична ефективність ультрафіолетового випромінювання необхідного для створення інтернаціональної одиниці маси вітаміну D, $\text{Вт} \cdot \text{год} / \text{і.о.}$;

γ – інтегральний коефіцієнт ефективності поглинутого ультрафіолетового випромінювання шкіряно-шерстинним покривом тварини [14,16]

$$\gamma = (1 - \rho(\lambda)) \tau_e(\lambda, h_{e1}) \alpha_k(\lambda, h_k), \tag{2}$$

де $\rho(\lambda)$ – спектральний коефіцієнт відбивання шкіряно-шерстинного покриву тварини; $\tau_e(\lambda, h_e)$ – спектральний коефіцієнт пропускання епідермісу; $\alpha_k(\lambda, h_k)$ – спектральний коефіцієнт поглинання власне шкіри;

Ω – відносний коефіцієнт густини шерстинного покриву. Відносний коефіцієнт густини визначається за виразом

$$\Omega = M \cdot k \cdot \varepsilon^{-\frac{nl}{S}}, \quad (3)$$

де M – маса тварини, кг; n – щільність шерстин, шт/см²; l – середня довжина шерстин, м; d – середній діаметр шерстин, м; S – площа опромінюваної поверхні тварини, м²; k – коефіцієнт, що враховує видові особливості тварин (0,1 – для свиней, 0,2 – для ВРХ, 0,4 – для птиці) [16].

Методика розрахунку наступна – знаючи кількість вітаміну D – M_d , котру необхідно за добу надати з кормом тварині для оптимального розвитку її організму, спектральний енергетичний коефіцієнт D-вітаміноутворюючої ефективності – $\mu(\lambda)$ оптичного випромінювання, спектр інтенсивності ультрафіолетового випромінювання джерела – $\varphi(\lambda)$ та коефіцієнт ефективного поглинання поверхні тварини – γ , а також площу опромінюваної поверхні S легко визначити з виразу (1) необхідну дозу опромінювання – H (1).

Причому, якщо використовуються ультрафіолетові лампи високого тиску з лінійчастим спектром випромінювання (наприклад, при використанні в якості джерел ультрафіолетового випромінювання газорозрядних ламп високого тиску типу ДРТ-400), вираз для визначення фактичної дози ультрафіолетового опромінення тварин або птиці спрощується

$$H_d = \frac{\Omega \cdot M_d}{\gamma \cdot S} \cdot 4,428 \cdot 10^{-6} \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{інтерн.од. м}^2, \quad (4)$$

де цифровий коефіцієнт ($4,428 \cdot 10^{-6}$) визначає питому енергетичну ефективність D-вітаміноутворюючої дії спектру ультрафіолетового випромінювання лампи ДРТ-400. Для других джерел УФ випромінювання цей коефіцієнт буде відповідно іншим.

Дослідженнями проведеними нами на молочно-товарній фермі учгоспу Мирогощанського агротехнічного коледжу дозволили визначити для великої рогатої худоби різного виду і віку наступні характеристики:

γ – інтегральні коефіцієнти ефективності поглинутого ультрафіолетового випромінювання шкіряно-шерстинним покривом для тварин різного виду, віку і порід;

Ω – відносний коефіцієнт густини їх шерстинного покриву (див. табл. 1,2).

Наведені в таблиці дані дозволяють визначити за виразом (4) оптимальні дози УФ опромінювання для різних сільськогосподарських тварин і птиці та порівняти їх з рекомендованими галузевим нор-

мативним документом «Рекомендаціями по.....» [7]. Узагальнені результати приведено в таблицях 1 та 2 нижче.

Таблиця 1 - Зведені результати розрахунку дози ультрафіолетового опромінення світлих тварин

Експериментально – розрахункові характеристики												
Вид та вік тварини (птиці), місяців	M, маса тварини, кг	L, довжина тулуба тварини, м	S, площа опромінюваної поверхні тіла, м ²	δ_e , товщина епідермісу шкіри, мм	δ_k , товщина шкіри, мм	Ω , відносна густина шерсті (пір'я)	τ , коефіцієнт пропускання епідермісу	M_d , добова потреба вітаміну D, і.о.	γ , інтегральний коефіцієнт ефективності поглинання	ρ , інтегральний коефіцієнт відбивання поверхні тіла	N_d , розрахована доза, Вт*год/м ²	N_r , рекомендована доза Вт*год/м ² [7]
Телята 6 міс	100	1,10	0,50	0,20	2,50	2,0	0,45	2000	0,22	0,30	0,161	0,16..0,18
Нетелі	180	1,35	0,78	0,30	3,0	2,0	0,4	4000	0,216	0,28	0,201	0,18..0,21
Корови	500	1,65	0,95	0,80	4,5	2,0	0,3	5000	0,192	0,20	0,291	0,27..0,29

Таблиця 2 - Зведені результати розрахунку дози ультрафіолетового опромінення темних тварин

Експериментально – розрахункові характеристики												
Вид та вік тварини (птиці), місяців	M, маса тварини, кг	L, довжина тулуба тварини, м	S, площа опромінюваної поверхні тіла, м ²	δ_e , товщина епідермісу шкіри, мм	δ_k , товщина шкіри, мм	Ω , відносна густина шерсті (пір'я)	τ , коефіцієнт пропускання епідермісу	M_d , добова потреба вітаміну D, і.о.	γ , інтегральний коефіцієнт ефективності поглинання	ρ , інтегральний коефіцієнт відбивання поверхні	N_d , розрахована доза, Вт*год/м ²	N_r , рекомендована доза Вт*год/м ² [7]
Нетелі	180	1,35	0,78	0,30	3,0	2,0	0,25	4000	0,156	0,11	0,292	0,18..0,21
Корови	500	1,65	0,95	0,80	4,5	2,0	0,20	5000	0,144	0,1	0,388	0,27..0,29

Висновки. Порівняльний аналіз величин доз показує співрозмірність їх конкретних значень. Так рекомендоване значення дози ультрафіолетового опромінення для нетелів становить **0,18-0,21** Вт*год/м², а визначене за виразом 4 значення дози дорівнює **0,201** Вт*год/м² для тварин із світлою шерстю та **0,292** Вт*год/м² для нетелів темних мастей. Слід зазначити, що величина дози УФ опромі-

нювання визначеної розрахунком за даною методикою є більш точною. Власне тому, що при її розрахунку враховуються особливості віку, породи й умов утримання тварини інтегральним коефіцієнтом ефективності поглинутого випромінювання (γ) (за оптичними характеристиками їх сприймаючого покриву); параметри шерстинного покриву тварини враховуються коефіцієнтом густини (Ω), а також її вагова категорія - добовою нормою вітаміну D (M_d).

Слід також зазначити, що порівняльний аналіз величини доз для тварин з темним поверхневим покривом (приведені в таблиці 2) відносно тварин світлих порід, підтверджує результати одержані в теоретико-експериментальних дослідженнях [4,6,16] про необхідність більшої енергії опромінення темним тваринам для одержання аналогічної біологічної дії відносно тварин із світлим шкіряно-шерстинним покривом.

Література

1. *Бакшеев П.Д.* Штучне опромінення тварин / *П.Д. Бакшеев.* - Київ: Урожай, 1980.-78с.
2. *Барабой В.А.* Биологическое действие ультрафиолетовых лучей. - В кн.: Успехи современной биологии / *В.А.Барабой.* - М.: Изд-во АН СССР, 1962. - Том 53, вип.3. - С.226-288.
3. *Барсуков Н.А.* К методике облучения животных ультрафиолетовыми лучами / *Н.А. Барсуков.* - Ветеринария.- М., 1957, № 4.
4. *Бутов Г.П.* Оптические свойства перьевого и шерстного покрова кур / *Г.П. Бутов, С.Х. Ким.* - Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1974, № 6, с. 56-58.
5. *Мартынченко И.И.* Исследование световодных свойств щетины / *И.И. Мартыненко, С.С. Шевель, Л.С. Червинский* // Науч. тр. УСХА. Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных полесья и лесостепи УССР. - Киев, 1981. - С. 63-66.
6. *Мельник І.Л.* Ультрафіолетові промені в тваринництві/ *І.Л. Мельник.* - Київ:Урожай, 1965. - 112 с.
7. Рекомендации по применению ультрафиолетового излучения в животноводстве и птицеводстве. - М.: Колос, 1979. - 32 с.
8. *Рось М.Ф.* Биологические основы витаминного кормления свиней / *М.Ф. Рось.*- Киев: Урожай, 1969. - 208 с.
9. Физиология сельскохозяйственных животных // Ред. *Голиков А.,Н.*-М.: Росагропромиздат,1991.-432 с.
10. *Червинский Л.С.* Расчет оптимальной дозы ультрафиолетового облучения свиней различного возраста / *Л.С. Червинский* // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - Киев, 1983. - Вып. 58. - С. 57-61.
11. *Червинский Л.С.* Дозирование ультрафиолетового облучения

свиной с учетом оптических характеристик кожного-шерстного покрова/ *Л.С. Червинский* / канд. дисерт. – Киев, 1984. –128 с.

12. Вивчення шляхів проникнення і перетворення оптичного випромінювання в організм тварин / *Червінський Л.С.* // Аграрна наука і освіта. – Київ, 2001. - № 3-4. – С.101-106.

13. *Червінський Л.С.* Новий підхід до дозування енергії ультрафіолетового випромінювання при опроміненні тварин / *Червінський Л.С.* //Механизация производственных процессов рыбного хозяйства, промышленных и аграрных предприятий /Сб. науч. тр. Керч. мор. тех. ин-та. – 2002, вып. 3. – С. 166-171.

14. *Chervinsky L.S.* Investigation of the light-conductivity of the separate animals hair and skins translucence.// Матер. міжнар. конф. The European Biomedical Optics Week, BIOS Europe'97, September 4-8, 1997, San Remo, Italy. [3194-58].

15. *Chervinsky L.* Animal's hair-springs as an optical energy conductor for organism / *L.Chervinsky, A.Kvitsinsky* //Механізація сільськогосподарського виробництва / Зб. наук. пр. НАУ. - 2002.-Том Х11. - С.202-208,(розробка, постановка досліджень і аналіз результатів).

16. *Червінський Л.С.* Оптичні технології в тваринництві / *Л.С. Червінський.*- Київ : Наукова думка, 2003. – 232 с.

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЗЫ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Червинский Л.С., Терновик В.Я.

Аннотация - обоснована методика определения эффективной дозы ультрафиолетового облучения животных на основе зоотехнические обоснованной суточной потребности в витамине D с учетом эффективности поглощения в толще поверхности тела.

METHOD EXPERIMENTAL DETERMINATION OF EFFECTIVE DOSE ULTRAVIOLET RADIATION FARM ANIMALS AND POULTRY

L. Chervinsky, V. Ternovyk

Summary

For increase of efficiency of ultra-violet lighting animal the technique is offered and the outcomes of calculation of a case dose of ultra-violet lighting agricultural animal ground of spectrum D -vitamin floating of operation of a ultra-violet radiation with allowance for of optical characteristics of their cover are adduced.



ЕЛЕКТРОСЕПАРАЦІЯ ЯК МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НАСІННЄВИХ КУЛЬТУР

Герасимчук Ю.В., к.т.н.,

Приходько С.А.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тел. (044) 527-85-22

Анотація - проаналізовані питання передпосівної очистки та стимуляції насіння в електричних полях, використовуючи статичне електричне поле в процесах розподілу насіння за біохімічними та механотехнологічними показниками.

Ключові слова – стимуляція насіння, електросепарація, електростатичне поле.

Постановка проблеми. Одним із перспективних напрямків поліпшення посівних якостей насіння та підвищення урожайності культур є застосування в процесах передпосівної підготовки електрофізичних методів з використанням електричних полів високої напруги.

Аналіз останніх досліджень. Результати сучасних досліджень показують, що ефективність методів сортування та стимуляції посівних якостей насіння залежить від узгодження технологічних і конструктивних параметрів установок та їх режимів роботи з фізіологічними показниками і біохімічним складом насіння. Встановлено, що основними параметрами обробки насіння в електричних полях є напруженість електростатичного поля, конструктивне виконання електродних систем, фізико-механічні та електричні властивості насіння. Взаємозв'язки між цими параметрами в значній мірі впливають на кількісні та якісні показники технологічного процесу очистки та стимуляції насіння [1-3].

В даний час створені електростатичні сепаратори для очищення та сортування насіння зернових, технічних, овочевих та олійних культур, електромагнітний та електростатичний стимулятори, а також лінії для передпосівної обробки насіння в електричних полях високої напруги. Розроблені варіанти комбінованого використання електрофізичних методів у процесах передпосівної підготовки насіння. Обґрунтовані параметри і режими пристроїв для обробки насіння при їх комплексному використанню зокрема по кожній культурі. Встановлені

ефективні дози опромінення насіння і їх строки обробітку, які знаходяться в межах від 10 до 40 днів.

Проведені дослідження показують, що використання електрофізичних методів в передпосівній підготовці насіння зернових, технічних та олійних культур підвищують урожайність культур на 12...30%, енергію проростання та схожість на 4...16,6%, масу 1000 насінин основної фракції після електросепарації на 4...10%. Поліпшуються біохімічні, фізіологічні та технологічні показники насіння хрестоцвітих культур. Після електросепарації зернового матеріалу ріпаку підвищується вмісту олії у відсепарованому насінні на 3,2...5% та зменшується вміст до 80% насіння важковідділюваних бур'янів і до 50% недостиглого насіння в основній фракції.

Прискорюється ріст та розвиток рослин, поліпшується якість врожаю і його лежкість, а також підвищується витривалість рослин до захворювання.

Формулювання мети статті. Використання комплексної передпосівної підготовки насіння електрофізичними методами активізує фізіологічні і біохімічні процеси в фазі проростання рослин в польових умовах, що приводить в подальшому до збільшення урожайності культур.

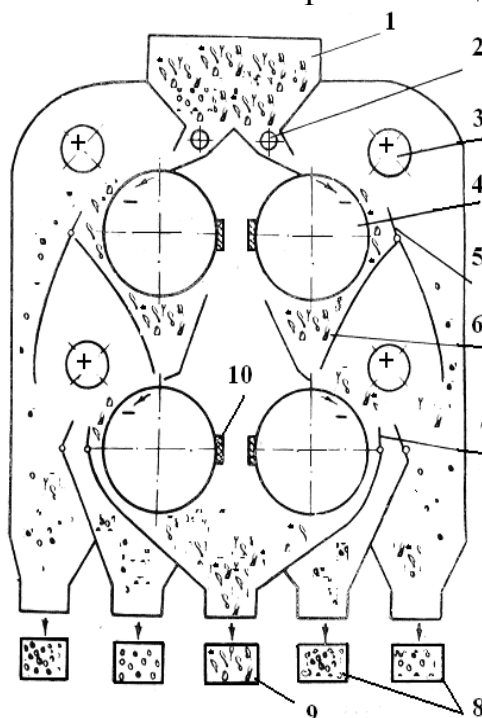
Основна частина. Представлено результати розробки електростатичного сепаратора насіння Національним інститутом механізації і електрифікації України.

Електростатичний сепаратор призначений для очищення і сортування зернових матеріалів в електричному полі високої напруженості, що в подальшому поліпшує посівні якості насіння та підвищує врожайність сільськогосподарських культур. Суть запропонованої технології полягає в тому, що при очищенні і сортуванні поряд із фізико-механічними властивостями насіння використовуються електричні (діелектрична проникність, величина і час поляризації, провідність), які залежать від біологічної структури кожної насінини і її хімічного складу. Розділення зернового матеріалу проходить в електростатичному полі, в якому частинки зернової суміші в залежності від їх електрофізичних властивостей отримують різні за величиною електричні заряди на барабані-електроді та відриваються і рухаються від його поверхні з різними траєкторіями. Тому процес розподілу насіння на фракції проходить з урахуванням стиглості, хімічного складу та біологічної природи насіння.

Електростатичний сепаратор складається з рами, електродної системи сепаруючого блоку, електроприводу, джерела високої напруги, пульта керування. Електродна система сепаруючого блоку має заземлений та ізольований барабани-електроди, які приводяться в обертання через редуктор від електродвигуна постійного струму. Для

очищення робочих поверхонь барабанів – електродів встановлені на ізоляторах спеціальні щітки. Технологічна схема електростатичного сепаратора насіння та технічна характеристика приведені на рисунку 1 та в таблиці 1.

В електросепараторі напруженість електричного поля між барабанами-електродами становила в межах від $3 \cdot 10^5 \text{ В} \cdot \text{м}^{-1}$ до $7 \cdot 10^5 \text{ В} \cdot \text{м}^{-1}$, а швидкість обертання заземлюючого барабана – від 2 хв^{-1} до 80 хв^{-1} .



1 – завантажувальний бункер; 2 – пристрій подачі зерна; 3 – ізолюваний барабан-електрод; 4 – заземлюючий барабан-електрод; 5, 7 – розділяючі перегородки; 6 – проміжний бункер основної фракції; 8 – фракції відходів; 9 – фракція кондиційного насіння; 10 – очищувальна щітка.

Рис. 1. Технологічна схема електростатичного сепаратора насіння.

Параметри та режими передпосівної підготовки для різного насіння сільськогосподарських культур в електричних полях електротехнологічного обладнання наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Технічна характеристика електростатичного сепаратора насіння

Найменування	Показники
Тип	Стаціонарний
Продуктивність при очистці та сортуванні насіння зернових, т/год.	1
Встановлена потужність при очистці та сортуванні насіння, кВт	0,2

Продовження таблиці 1

Найменування	Показники
Електрична напруга між ізолюваним та заземленим барабанами-електродами, кВ	25...30
Відстань між ізолюваним та заземленим барабанами електродними, мм	30
Частота обертання заземленого та ізолюваного барабанів – електродів, об/хв.	30...45
Сепаруючих блоків, шт.	4
Габаритні розміри, мм	
довжина	600
ширина	300
висота	400
Вага машини, т	0,1
Кількість обслуговуючого персоналу, чол	1

Результати наукових досліджень та виробничих випробувань показують достатньо високу економічну ефективність застосування електротехнологій в насінневому виробництві. Завдяки їм, стає можливим поліпшення посівних якостей насіння та підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Досягається це за рахунок очищення, сортування та активізації біологічних процесів насіння в електричних полях високої напруги. При цьому, крім фізико-механічних властивостей насіння, використовують електричні, які в більшій мірі мають зв'язок з біологічною природою насіння та з їх біохімічними та фізіологічними показниками, а також спостерігається позитивний вплив енергетичної дії електричного поля на активізацію біологічних процесів до їх проростання.

Висновки. Передпосівна обробка насіння в електростатичному полі високої напруги сприяє сепарації (розподілу) насіння за біофізичними показниками підготовки насіння, тобто надається можливість сортування насіння перед посівом. А також виконується передпосівна стимуляція схожості насіння, що підвищує його врожайність.

Використання електротехнології у виробництві дозволить поліпшити посівні якості насіння та підвищити врожайність зернових, технічних, овочевих та інших культур на 10...15%.

Література

1. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України // За ред. В. Т. Колючого, В.А. Власенка, Г. Ю Борсука. – К.: Аграрна наука, 2007. – С.365 – 367.
2. Снижение механических повреждений зерна при уборке и об-

работке. - М. : Агропромиздат, 1988. – 20 с.

3. *Мищенко В.І.* Перспективний напрям підготовки насіння ріпаку / *В.І. Мищенко, В.Г. Сахневич, І.М. Дмитерко* // Вісн. агр. науки: – К.: 1994. – №12. – 61– 65 с.

4. *Курсанов А.Л.* Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений / *А.Л. Курсанов.* - М.: Наука, 1964. – 279 с.

ЕЛЕКТРОСЕПАРАЦИЯ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СЕМЕННЫХ КУЛЬТУР

Герасимчук Ю.В., Приходько С.А.

Аннотация - рассмотрены вопросы предпосевной очистки и стимуляции семян в электрических полях, используя статическое электрическое поле в процессах распределения семян крестоцветных культур по биохимическим и механотехнологическим показателям.

ELECTRICAL SEPARATION IS METOD OF PRODUCTIVITY INCREASE OF THE SEMINAL CULTURES

Y. Gerasimchuk, S. Prichodko

Summary

The questions of pretreatment and stimulation of seeds in electric fields, using a static electric field distribution in the processes of cruciferous seed crops by biochemical and mehanotehnology indicators.



ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ ОБРОБКИ ЗЕРНА

Постнікова М.В., к.т.н.,

Михайлов Є.В., к.т.н.,

Карпова О.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-23-41

Анотація – в роботі приведені результати експериментальних досліджень перетворення електричної енергії в електромеханічних системах обробки зерна.

Ключові слова – електропривод, асинхронний двигун, енергозбереження, раціональне використання електроенергії, енергетичні характеристики.

Постановка проблеми. Електропривід, який є енергосиловою основою сучасного виробництва, споживає 65-70% усієї електроенергії, що виробляється [1]. Зернопункти оснащені енергоємним технологічним обладнанням, тому актуальним є питання раціонального використання електроенергії.

Аналіз останніх досліджень. В результаті вивчення літературних даних проведено аналіз принципів організації обробки зерна на зернопунктах, на підставі чого встановлені технологічні операції обробки зерна, розподілення витрат електроенергії на них. При аналізі перетворення та використання електричної енергії, що споживається з електричної мережі силовим приводним електрообладнанням робочих машин поточкових ліній зерноочисних агрегатів в режимах роботи близьких до номінальних, встановлено, що головні витрати електричної енергії пов'язані з виконанням машинами технологічних операцій.

Проведений аналіз літературних джерел показав, що в даний час накопичений певний практичний досвід в галузі дослідження робочих процесів електромеханічних систем обробки зерна на зернопунктах, при цьому особливий інтерес представляє питання вивчення взаємозв'язку між енергетичними характеристиками технологічного обладнання при очищенні зерна. Дослідженнями цих питань займалися вчені в системі хлібоприймальних підприємств: В.І. Калінцев, М.М. Преображенський, Д.Г. Сегеда, П.П. Ястребов. А в сільському госпо-

дарстві – для агрегатів, які випускає “Вороніжсільмаш”: В.В. Громак, Н.А. Устименко, А.А. Гончаров, Г.І. Коршунова, О.П. Карпова, І.В. Киселиця.

Аналіз показав, що витрати електричної енергії в технологічних процесах обробки зерна на одиницю продукції в 2-3 рази відрізняються для однакових зерноочисних агрегатів. На даний час відсутня методика, що дозволяє проаналізувати вплив режимів роботи обладнання на ефективність перетворення та використання електричної енергії як в окремих потокових лініях, так і в цілому по зерноочисним агрегатам. При цьому встановлено, що найбільш інформативним показником для визначення енергозберігаючих режимів роботи є питомі витрати електричної енергії на процес обробки зерна. Встановлено, що дослідження впливу режимів роботи силового електрообладнання на процеси перетворення та використання електричної енергії найбільш доцільно проводити на базі зерноочисних агрегатів вітчизняного виробництва ЗАВ-20, ЗАР-5, ЗАВ-40, ЗАВ-25. Але питання енергетики потокових ліній освітлені недостатньо повно [1-3].

Формулювання мети статті. В роботі поставлена задача дослідження енергетики електроприводу потокових ліній агрегату ЗАВ-20.

Основна частина. На робочі органи і процеси машин зерноочисних агрегатів впливають одночасно декілька факторів. Коливання одного фактору служать безпосередньою причиною зміни впливу інших факторів на досліджувані параметри. Для даного випадку був проведений багатофакторний експеримент. Застосування для цих цілей «класичного способу» - зміна факторів по одному при стабілізації решти вимагає проведення великої кількості дослідів. Такий спосіб дослідження дуже тривалий і малоефективний. В ряді випадків він не тільки затрудняє визначення оптимальних умов, але і не дозволяє вирішити поставлену задачу. Для зменшення кількості дослідів та їх більшої достовірності використаний метод планування експерименту.

Була складена програма експериментальних досліджень, яка включала в себе наступні етапи дослідження впливу:

1. Вхідних фізико-механічних, технологічних та енергетичних факторів на питому витрату електроенергії потокових ліній;
2. Режимів роботи потокових ліній на питому витрату електроенергії.

Залежність питомої витрати електроенергії від продуктивності нелінійна, тому для отримання рівняння регресії використані плани другого порядку. Вибір факторів, інтервалів варіювання, рівнів проведених на основі аналізу апріорної інформації. Межі зміни досліджуваних факторів прийняті з урахуванням технічних характеристик машин та технологічних обмежень, обумовлених отриманням зерна високої якості. В якості змінних факторів вибрані: x_1 – продуктивність агрега-

ту, т/год.; x_2 – вологість зерна, %; x_3 – засміченість зерна, %. В якості функції відгуку вибрана питома витрата електроенергії. Для математичного опису питомої витрати електроенергії застосований ортогональний центральний композиційний план другого порядку (ОЦКП).

Отримані дані оброблялися методами математичної статистики з використанням комп'ютерних програм.

В результаті досліджень був отриманий ряд математичних моделей, що описують залежність функції відгуку від вхідних параметрів.

Рівняння регресії для дослідження питомої витрати електроенергії в залежності від продуктивності, вологості та засміченості зерна для потокових ліній зерноочисного агрегату ЗАВ-20 [4]:

- одна потокова лінія з трієром

$$\hat{y} = 3,7047 - 0,6702 x_1 + 0,1899 x_2 + 0,0977 x_3 + 0,0813 x_2 x_3 + 0,2246 x_1^2, \quad (1)$$

- одна потокова лінія без трієра

$$\hat{y} = 2,748 - 0,5451 x_1 + 0,0411 x_2 + 0,0703 x_3 + 0,1216 x_1^2 + 0,0271 x_2^2 + 0,0203 x_3^2, \quad (2)$$

- дві потокові лінії з трієрами

$$\hat{y} = 1,9984 - 0,3817 x_1 + 0,095 x_2 + 0,0292 x_3 + 0,0025 x_1 x_3 + 0,1214 x_1^2 + 0,0336 x_2^2 + 0,0134 x_3^2, \quad (3)$$

- дві потокові лінії без трієрів

$$\hat{y} = 1,7437 - 0,4629 x_1 + 0,053 x_2 + 0,0183 x_3 + 0,0275 x_1 x_2 + 0,2042 x_1^2 + 0,0455 x_2^2 + 0,0118 x_3^2. \quad (4)$$

За допомогою отриманих в результаті досліджень рівнянь регресії 1-4 були визначені питомі витрати електричної енергії на очищення зерна за різними технологічними схемами при зміні фізико-механічних властивостей зерна (рис. 1, 2).

Висновки. Аналіз рівнянь регресії показує наявність мінімуму питомих витрат електричної енергії в залежності від продуктивності потокових ліній, вологості та засміченості зерна. Мінімум питомої витрати електроенергії для двох ліній з трієрами 1,61 кВт·год./т був отриманий при продуктивності 14,5 т/год., вологості 11,4% та засміченості 2,9%.

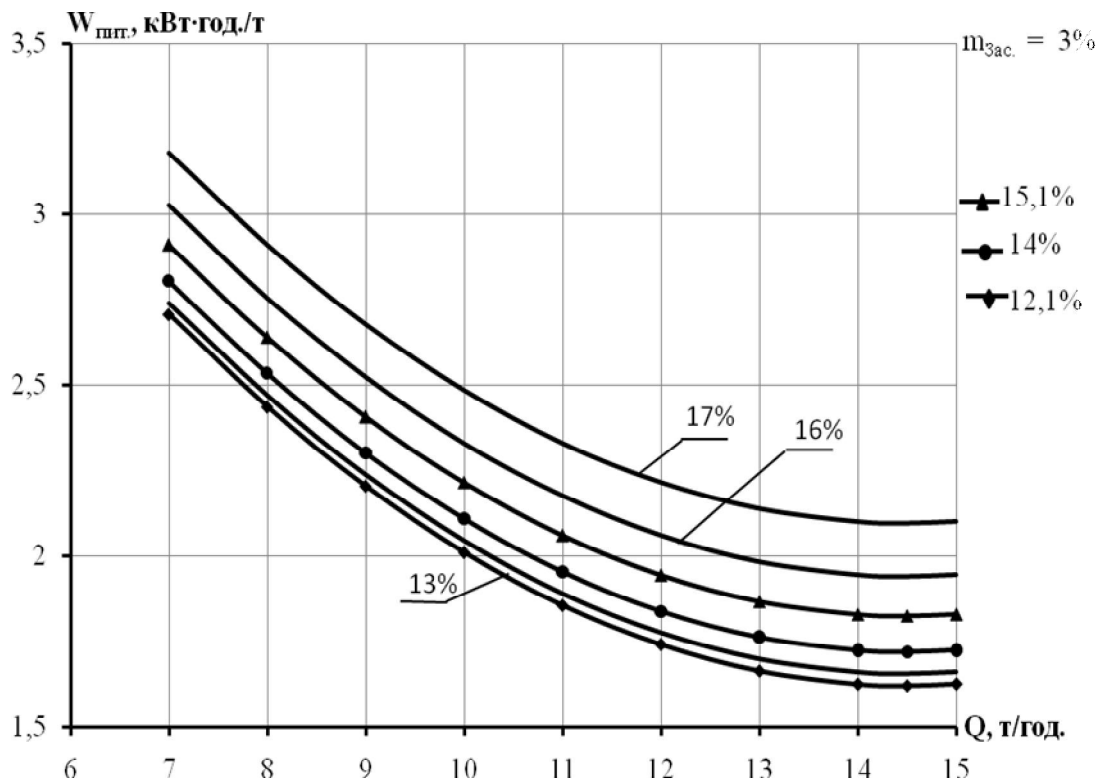


Рис. 1. Залежність $W_{пит.} = f(Q)$ для ЗАВ-20 (пшениця) - дві лінії з трієрами при $m_{зас.} = 3\%$ та Вол. = var.

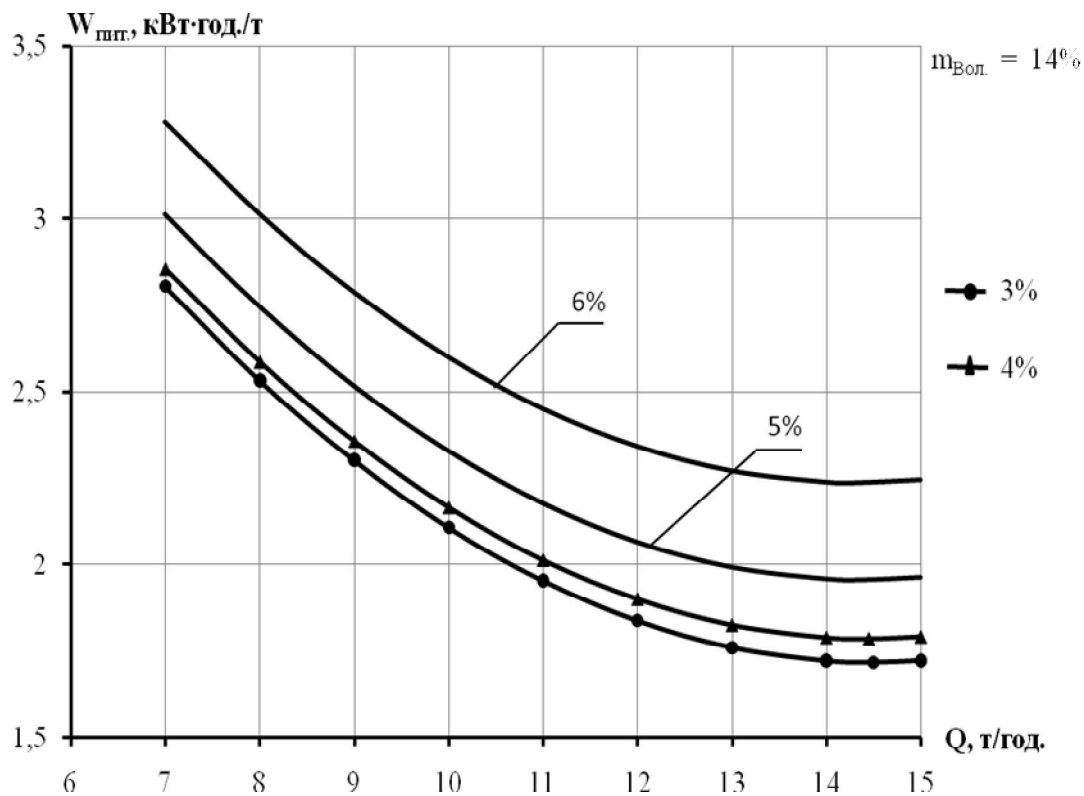


Рис. 2. Залежність $W_{пит.} = f(Q)$ для ЗАВ-20 (пшениця) - дві лінії з трієрами при $m_{вол.} = 14\%$ та Зас. = var.

Література

1. *Гончаров А.А.* Исследование электроприводов зерноочистительных агрегатов с целью достижения их оптимальных эксплуатационных характеристик: автореф. дис... канд. техн. наук / *А.А. Гончаров.* – К.: 1981. – 24 с.
2. *Громак В.В.* Исследование автоматизированного электрического привода зерноочистительных агрегатов: автореф. дис... канд. техн. наук / *В.В Громак.* – Волгоград, 1970. – 20 с.
3. *Карпова А.П.* Исследование влияния технических и технологических факторов на электропотребление при подработке зерна на юге УССР: автореф. дис... канд. техн. наук / *А.П. Карпова.* – К.: 1981, - 21 с.
4. *Постнікова М.В.* Енергозберігаючі режими роботи електромеханічних систем обробки зерна на зернопунктах: автореф. дис... канд. техн. наук / *М.В. Постнікова.* – Мелітополь, 2011. – 22 с.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ
В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
ОБРАБОТКИ ЗЕРНА**

Постникова М.В., Михайлов Е.В., Карпова А.П.

Аннотация – в работе приведены результаты экспериментальных исследований преобразования электрической энергии в электромеханических системах обработки зерна.

**EXPERIMENTAL STUDY OF THE TRANSFORMATION
TO ELECTRIC ENERGY IN ELECTROMECHANIC SYSTEM
OF THE PROCESSING GRAIN**

M. Postnikova, E. Mihaylov, A. Karpova

Summary

In work are brought results of the experimental studies of the transformation to electric energy in electromechanic system of the processing grain.



ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СВІТИЛЬНИКІВ НА ОСНОВІ СВІТЛОДІОДІВ ДЛЯ РОСЛИН В СПОРУДАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ

Червiнський Л.С., д.т.н.,
Лоєнко С.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Тел. (044) 527-87-31

Анотація - на основі розгляду існуючих технологій використання світлодіодів проведено аналіз перспектив їх використання у сільському господарстві, а саме для освітлення рослин в спорудах закритого ґрунту, та викладені результати пошукових експериментальних лабораторних досліджень.

Ключові слова - світлодіод, світловидатність, енергоощадні лампи, спектр випромінювання, реакція фотосинтезу, стимуляція росту рослин, теплиці.

Постановка проблеми. Проблема пошуку та застосування ефективних джерел оптичної енергії та розробка і впровадження енергозберігаючих технологій на сьогоднішній день в Україні є надзвичайно актуальною. Її реалізація вирішується на державному рівні. Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 21 грудня 2011 р. №1394 утворено публічне акціонерне товариство «Національна акціонерна компанія «Укрсвітлолізинг», одним із основних напрямків діяльності якої є стимулювання виробництва і впровадження сучасних світлодіодних систем освітлення та сприяння використанню їх у всіх сферах виробництва [1].

Аналіз останніх досліджень. На сьогоднішній день постала проблема застосування нових енергозберігаючих і водночас більш потужних освітлювальних пристроїв. Вже відходять в минуле лампи розжарювання, ртутні, газорозрядні та інші джерела світла. Їх місце все більш впевнено посідають світлодіоди. За відносно короткий проміжок часу, починаючи із 80-тих років минулого сторіччя, світлодіоди пройшли шлях від дослідних лабораторій до масового застосування майже в усіх галузях народного господарства.

По світловіддачі можна робити висновки про енергозберігаючі характеристики будь-яких світлових приладів. Так світловіддача ламп розжарювання становить до 15 Лм/Вт, люмінесцентних — 60 Лм/Вт, металогалогенних — 85 Лм/Вт. В порівнянні з ними найсучасніший

білий світлодіод досягає світловіддачі до 100 Лм/Вт.

Щоб показати продемонструвати переваги, порівняємо світлодіодний світильник з іншими лампами[2, 3, 4]:

- термін служби ламп ДРЛ, ДНаТ, МГЛ не перевищує 6000 годин, сучасний же світлодіодний світильник працює до 100000 годин, а напрацювання на відмову складає ще більше;

- заміна необхідна тільки, коли зменшення світлового потоку світлодіодів досягає 30% (17-20 років для якісних світлодіодів);

- світлодіодні модулі-світильники не містять ртуті на відміну від люмінісцентних ламп, в них не використовуються отруйні матеріали, відсутні проблеми з утилізацією, тому вони є екологічно чистими;

- світлодіоди можуть випромінювати світло необхідного спектрального складу без використання кольорових світлофільтрів, які потрібні при традиційному освітленні;

- модуль із світлодіодів може бути виконаний так, щоб фокусувати світло. Для ламп розжарювання і газорозрядних ламп часто потрібен зовнішній відбивач для спрямування світлового потоку в потрібному напрямку;

- вразі використання регуляторів сили світла світлодіоди не змінюють відтінок кольору (спектр випромінювання) при зменшенні струму, на відміну від ламп розжарювання;

- світлодіоди стійкі до зовнішнього механічного впливу, дії вібрації, кліматичних перепадів, добре переносять низькі температури до -40°C .

Розглянуті переваги світлодіодів та світильників на їх основі дають всі підстави стверджувати про перспективність їх застосування в технологічних процесах сільськогосподарського виробництва. Але масове їх впровадження на сьогоднішній день стримується через недостатньо вивчену дію світлодіодного випромінювання на різні об'єкти.

Формулювання мети статті. Метою роботи є обґрунтування доцільності використання світлодіодного освітлення для підвищення продуктивності вирощування рослин в спорудах закритого типу ґрунту.

Задачі дослідження:

- проаналізувати наукові публікації щодо дії світла і його спектрального складу на життєдіяльність рослин;

- розглянути існуючі технології та світлодіодні технічні засоби освітлення рослин закритого ґрунту;

- провести пошукове лабораторне дослідження комплексної дії електромагнітного поля на стимуляцію проростання насіння томата і досвічування сходів світлодіодним світильником.

Основна частина. Загально відомо, що рослини сприймають не весь спектр світла, для повноцінного розвитку їм потрібні тільки деякі його частини. Реакція фотосинтезу, завдяки якій рослини розвиваються, протікає за умов поглинання цілком певної довжини світлових

хвиль. Сьогоднішні лампи, які використовуються для освітлення теплиць випромінюють багато світла, яке абсолютно не потрібне рослинам. Вони його практично не засвоюють, а це, в свою чергу, нераціональна витрата електроенергії.

Рослини сприймають довжини хвиль інакше ніж людина. З рис. 1 видно, що для них життєво важливими є червоні (720-600 нм) і помаранчеві (620-595 нм) промені. Саме вони є основним джерелом енергії та фотосинтезу і значним чином впливають на швидкість розвитку рослин. Сині та фіолетові промені (490-380 нм), окрім участі у фотосинтезі, стимулюють утворення білків та регулюють темп розвитку. А що стосується жовтих (595-565 нм) та зелених (565-490 нм) променів, то вони не відіграють особливої ролі в розвитку рослин, але є важливими для людей.

Енергія світла поглинається хлорофілом і каротиноїдами у листі рослин. Ця енергія використовується для вироблення цукрози з вуглекислого газу (CO_2), який поглинається листям. Встановлено, що джерелом енергії для фотосинтезу служать переважно червоні промені світлового діапазону. Це підтверджує спектральна активність фотобіологічних процесів у фотоморфогенезі (формування «врожайності»), позначена на рис. 2 червоним кольором. Як видно з графіку, найбільш інтенсивна смуга поглинання спостерігається в червоній області спектру, і майже зовсім не поглинається зелено-синьо-фіолетовою областю.

Розрізняють дві фотосинтезні системи, в яких задіяні хлорофіл А і Б. Вони сприймають червоний і синій спектр світла. Піком поглинання для хлорофілу А є випромінювання 439 і 667 нанометрів, а для хлорофілу Б цей показник складає 469 і 642 нанометра [3].

Проведені пошукові дослідження з використанням різних світлодіодів, в яких рослини однакового розміру піддавалися безперервному

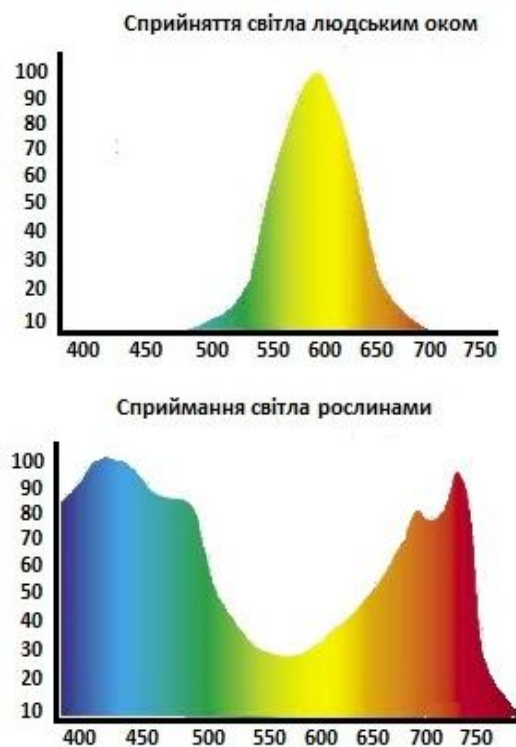


Рис. 1.

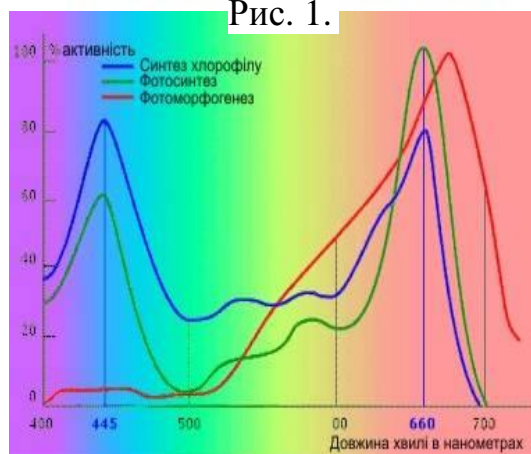


Рис. 2.

опроміненню світлом з довжинами хвиль 630 нм (червоні світлодіоди), 430 нм (блакитні світлодіоди), і змішаного типу (для чого використовувалися 50% на 50% червоні і блакитні світлодіоди). Дослідження дали наступний результат: рослини, вирощені під впливом червоного кольору, виявилися слабкими і низькорослими. Рослини, які зростали під блакитним опроміненням, вирости найвищими, але з малою кількістю листків і тонкими стеблами. А рослини, вирощені під змішаним опроміненням, були гармонійно збалансовані, з великою кількістю листків і досить міцними стеблами [4,5].

Вітчизняні виробники світлодіодних світильників пропонують для використання в теплицях різні конструкції модулів. Вони базуються на використанні світлодіодів із випромінюванням у червоному та синьому діапазоні спектру в різному кількісному співвідношенні та поєднанні спектрів випромінювання [6]. Також можливе поєднання традиційних «тепличних» ламп із світлодіодними модулями [7]. Практичне застосування світлодіодних світильників проводиться на підприємстві Уманський тепличний комбінат, при вирощуванні овочевої продукції.

Нами в науковій лабораторії кафедри електроприводу і електротехнологій Національного університету біоресурсів і природокористування України проведено пошукові лабораторні дослідження по комплексному поєднанні технологій стимуляції проростання насіння томатів за рахунок дії електромагнітних полів надвисокої частоти (ЕМП НВЧ), та природного освітлення і досвічування сходів в ранковий та вечірній періоди комбінованим світлодіодним модулем із червоним та синім спектром випромінювання (рис.3).



Рис. 3.

Стимуляцію (ЕМП НВЧ) проводили помістивши дослідну партію насіння в резонаторну камеру і опромінювали протягом 30 секунд. Оброблене насіння висіяли в закритий ґрунт, дотримуючись стабільного температурного режиму і вологості. В якості контролю використали необроблене насіння. Для достовірності результатів дослід заклали в трикратній повторності. Після появи сходів моделювали світловий режим за рахунок досвічування вранці та ввечері (з використання природного світла вдень). Сумарна тривалість світлового дня складала 14 годин.

Результати дослідження показали, що перші сходи з'явилися у рослин, насіння яких піддали стимуляції в (ЕМП НВЧ), на два дні раніше ніж в контролі (рис.4)



Рис. 4.

Рослини, які досвічували із використанням світлодіодних модулів, у своєму розвитку значно випереджали тих, що розвивались в умовах лише природного освітлення (рис.5) [8].

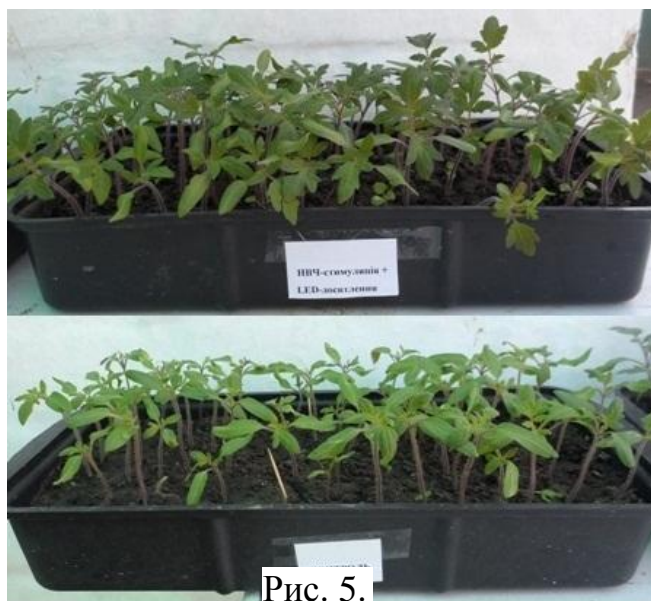


Рис. 5.

Рис. 5

Висновки. Сучасні світлодіодні (LED) технології дозволяють створювати світло будь-якого кольору та інтенсивності. Використовуючи світло-діоди різного кольору у різних пропорціях можна формувати світильники, які даватимуть потрібну кількість світла лише того діапазону, який активно споживають рослини. Це сприятиме швидкому і гармонійному розвитку рослини.

При правильному підборі світлового спектру, LED модулі на 85-100% ефективніші для процесу фотосинтезу ніж існуючі джерела фотосинтезного випромінювання, більш економічні та мають значно більший термін безперервної роботи.

Використання комбінованих способів стимулюючої електрофізичної дії на насіння із створенням світлового режиму, поєднавши природне та штучне освітлення на основі світлодіодів, дозволить отримати якісний посадочний матеріал. Дана технологія відкриває великі можливості щодо вирощування високоякісної розсади овочевих культур.

Література

1. Кабінет Міністрів України. Постанова від 21 грудня 2011 р. №1394 Про утворення публічного акціонерного товариства «Національна акціонерна компанія «Укрсвітлолізинг».

2. Перспективи використання світлодіодних джерел світла в комунальному господарстві міст / Л. А. Назаренко, А. С. Літвіненко, В.

М. Поліщук, В. Н. Борщов, А. М. Лістратенко, Я. Я. Костішин, А. П. Старченко, В. Н. Жітній.

3. LED-лампи для штучної підсвітки рослин у теплицях [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.lakor.com.ua/LED-lampy-dlya-pidsvitky-roslyn.html?reklama=226>.

4. Світлодіодне (led) освітлення теплиць. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://bioteplica.com/archives/217>.

5. *Абрамов В. С.* Свойства зеленых и синих InGaN-светодиодов / *В.С. Абрамов, С.Г. Никифоров, П. А. Соболев, В. П. Сушков* // Светодиоды и лазеры. 2002. № 1, 2.

6. Светильники для теплиц. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.svetorezerv.ru/products/light/lamps-greenhouses>.

7. *Бахарев И.* Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы / *И. Бахарев, А. Прокофьев, А. Туркин, А. Яковлев* // Современные технологии автоматизации. – 2010.- №2 – С. 76-82.

8. *Лоенко С.В.* Застосування світлодіодного випромінювання для освітлення рослин закритого ґрунту / *С.В. Лоенко* // Матеріали міжнародного форуму молоді «Молодь і сільськогосподарська техніка в ХХІ ст.» Харків. – 2012. – С. 11.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТИЛЬНИКОВ НА ОСНОВЕ СВЕТОДИОДОВ ДЛЯ РАСТЕНИЙ В СООРУЖЕНИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Червинский Л.С., Лоенко С.В.

Аннотация - на основе рассмотрения существующих технологий светодиодов сделан краткий анализ перспектив использования этой отрасли в сельском хозяйстве, а именно для освещения растений закрытого типа почвы, и изложены результаты личного исследования.

PROSPECTS OF LIGHTING ON THE BASIS FOR PLANT LEDS IN THE CONSTRUCTION OF GREENHOUSES

L. Chervinsky, S. Loenko

Summary

Based on its review of the existing technology of LEDs made a brief analysis of prospects for the industry in agriculture, namely, to cover the plant closed type of soil, and the results of personal research.



ФОРМАЛИЗМ УРАВНЕНИЙ ДЖ. МАКСВЕЛЛА

Кучин В.Д., д.ф-м.н.,

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Никифорова Л.Е., д.т.н.,

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-13-54

Аннотация – уравнения Максвелла описывают процесс распространения в пространстве и времени несуществующих электромагнитных волн. В действительности информация передаётся в пространство потоком фотонов, образуемых электромагнитным вибратором.

Ключевые слова – электромагнитные волны, фотоны, вибратор.

Постановка проблемы. В классической физике все явления в Природе рассматриваются как результат причинно-следственных связей, базирующихся на явлениях переноса импульса и энергии при различного рода взаимодействиях. Основное заблуждение учёных современной теоретической электротехники заключается в том, что магнетизм может переходить в электричество (а электричество – в магнетизм) непосредственно в вакууме, т.е. без участия каких бы то ни было частиц (например, электронов). Оно началось с открытия Фарадеем закона электромагнитной индукции: при изменении магнитного потока, пронизывающего проводящий контур, в контуре возникает индукционный ток, причём он возникал и в случае относительного движения проводящего контура и магнита, и в случае неподвижного контура, когда переменный магнитный поток создавался переменным током от близко расположенной катушки. Фарадей не пытался строить гипотез, объясняющих открытый им закон. Это сделал Максвелл, выдвинув гипотезу, вполне логичную для своего времени, он постулировал дифференциальные уравнения в частных производных, не имеющих аналитического вывода. Поэтому данный факт должен формировать осторожное отношение к

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \mathbf{E} &= -\partial \mathbf{B} / \partial t, & \operatorname{div} \mathbf{D} &= \rho_e, \\ \operatorname{rot} \mathbf{H} &= \mathbf{j}_e, & \operatorname{div} \mathbf{B} &= 0. \end{aligned}$$

их применению. Так, напр., уравнения Максвелла решаются, в основном, приближенными методами, которые полностью скрывают физиче-

скую суть описываемого процесса и делают её недоступной для понимания. Это вполне понятно, ибо в то время было известно, что электрические заряды могут двигаться под действием электрического поля, образуя электрический ток в проводнике. Но тогда не было известно ни об электронах, ни о силе Лоренца. Поэтому Максвелл предположил, что при изменении параметров магнитного поля в некотором объёме возникает вихревое электрическое поле, силовые линии которого перпендикулярны силовым линиям магнитного поля, и, таким образом, замкнуты сами на себя (вихревое электрическое поле). Это поле и двигает электрические заряды в контуре, создавая тем самым индукционный ток, причем у Максвелла не имело значения, за счёт чего менялось магнитное поле: за счет движения магнита или за счет переменного электрического тока в неподвижной катушке. На основании этого вывода он и записал уравнение $\text{rot } \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t$.

Анализ последних исследований. Со временем, однако, выяснилось, что при движении проводника в магнитном поле, индукционный ток возникает благодаря силе Лоренца $F_n = q [\mathbf{E} \times \mathbf{v} + \mathbf{B}]$, действующей со стороны внешнего магнитного поля на электроны в проводнике, и для объяснения механизма возникновения ЭДС индукции в проводнике нет необходимости привлекать вихревое электрическое поле. Это означает, что всякое переменное магнитное поле возбуждает в окружающем пространстве электрическое поле, которое и является причиной возникновения индукционного тока в проводнике. Возникновение индукционного тока в неподвижном контуре, находящемся в переменном магнитном поле, так же может быть объяснено с помощью силы Лоренца без привлечения пресловутого вихревого электрического поля. Анализ процессов в простейшей электрической цепи [1] показал, что направление индукционного тока соответствует правилу Ленца. Как и в случае неподвижного контура, в переменном магнитном поле нет необходимости привлекать вихревое электрическое поле для объяснения возникновения индукционного тока. Других же экспериментальных свидетельств в пользу того, что при изменении магнитного поля в окружающем проводник пространстве возникает вихревое электрическое поле, не существует.

Обратимся теперь ко второму уравнению Максвелла $\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{j}_e$, утверждающему, что магнитное поле порождается переменным и движущимся электрическим полем. Оно является обобщением закона Био-Савара-Лапласа о том, что вокруг проводника с током существует магнитное поле определенной конфигурации (сам по себе этот факт ничего не говорит о причине возникновения магнитного поля). Обобщение состоит в предположении, что магнитное поле порождается при движении электрических зарядов, т. е. при перемещении в про-

странстве силовых линий электрического поля. Это предположение так же требует экспериментальной проверки, которая сводится к регистрации магнитного поля так наз. конвекционного тока.

Для проверки уравнения Максвелла необходимо измерить величины электрической и магнитной компонент поля в свободной волне, распространяющейся в однородном диэлектрике (например, в воздухе). Для этого случая решение системы уравнений Максвелла даёт точное соотношение между параметрами полей E и H : $E/H = (\epsilon_0\epsilon/\mu_0\mu)^{-1/2} = Z_B$ – волновое сопротивление. Для вакуума с $\epsilon = 1$ и $\mu = 1$ получим $Z_B \approx 3770$ Ом. Эта величина называется «волновым сопротивлением вакуума», хотя и не имеет физического смысла сопротивления. При современном развитии экспериментальной техники, выполнить эксперимент по измерению E/H в свободной волне, излучаемой, напр., простейшим электрическим вибратором, не представляется слишком сложным. Необходимо только проводить измерения на высоте 2-3 длин волн от поверхности Земли, чтобы избежать влияния ГМП. Поэтому целесообразно в этом случае использовать УКВ-диапазон.

Рассмотрим результаты экспериментов по анализу гипотезы о том, что магнитное поле создаётся при движении электрических зарядов. В конце XIX в. это положение не считалось доказанным и потому широко дискутировалось. Экспериментальная проверка данной гипотезы сводилась к измерению магнитного эффекта конвекционного тока, т.е. электрического тока, создаваемого перемещением заряженных макроскопических тел, в отличие от тока кондукционного, создаваемого микроскопическими носителями внутри проводника. Но о структуре и особенностях этих носителей и сейчас можно делать лишь предположения. Максвелл, напр., предложил такой эксперимент: взять диэлектрический диск, зарядить его поверхность и раскрутить. Изменение параметров магнитного поля (если такое возникнет) измерять прецизионным магнитометром относительно параметров геомагнитного поля (ГМП). Расчеты показали, что реально достижимое в этом случае приращение параметров магнитного поля составляет $\sim 10^{-6}$ от величины параметров ГМП. Впервые эксперимент такого рода был осуществлен Роуландом. Однако этот эксперимент не вполне соответствовал схеме Максвелла, т. к. вместо полностью диэлектрического диска, Роуланд использовал эбонитовый диск с металлическим ободком, который заряжался с помощью скользящих контактов. Роуланд получил положительный эффект, хотя и не смог провести необходимые измерения. Позже другие авторы проводили аналогичные эксперименты, которые, однако, давали весьма противоречивые результаты. Напр., Кремье, применивший оригинальную методику с использованием величины переменного электрического заряда, получал только отрицательные ре-

зультаты [2]. При этом ни один из авторов не проводил экспериментов с диэлектрическими заряженными телами, как это предлагалось Максвеллом. Последним экспериментом подобного рода была работа Эйнхенвальда в 1903 г. Однако в то время ещё не было известно ни об электронах, как о носителях электрического тока в проводнике (теория электрона Лоренца появилась только в 1905 г.), ни о том, что движущиеся электроны обладают собственным магнитным полем (опыты Штерна-Герлаха по обнаружению магнитного момента электрона, связанного в атоме, были проведены в 1919 г.). Позднее, в 1926 г., этот магнитный момент объяснили собственным вращательным моментом электрона.

Формулирование цели статьи. Итак, не существует ни одного экспериментального факта, подтверждающего достоверность приведенных уравнений Максвелла. Акад. И.Е. Тамм пишет по этому поводу, что уравнения Максвелла по отдельности не могут быть проверены экспериментально, но их можно проверить только как всю систему в целом [3]. Однако при этом он не указывает, что и как нужно для этого сделать. Считается, что сам факт существования радиоволн является подтверждением теории Максвелла. Существующая модель электромагнитной волны, распространяющейся в однородном диэлектрике (напр., в вакууме), предполагает, что волна распространяется за счёт того, что переменное электрическое поле порождает переменное магнитное, а магнитное, в свою очередь – переменное электрическое. Следует отметить, что единственной работающей моделью излучения радиоволны является модель Герца простейшего электрического диполя [1]. Эта сомнительная модель, кстати, дала учёным ложный повод отказаться от эфира – сплошной, сверхупругой среды, в которой распространяются колебания. Существование эфира позволяло удачно объяснять все эффекты, связанные со светом: интерференцию, дифракцию, преломление и т.д. [4]. Однако многие экспериментальные результаты невозможно было объяснить, не используя понятия эфира. Поэтому учёные вынуждены были ввести в оборот понятия тёмной материи и тёмной энергии, не потрудившись объяснить их философский смысл и физическое содержание. Так, предполагалось, что тёмная материя – это частицы, которые не отличаются от других частиц, но они не взаимодействуют со световыми волнами. Тёмная энергия – это сила, которая заставляет Вселенную расширяться. Физики XXI века всё чаще стали отказываться от этих квазифизических понятий и возвращаться к эфиру [5].

В модели Герца предполагается совсем иной механизм распространения электромагнитной волны, чем взаимное порождение электрического и магнитного полей. Этим механизмом является взаимное отталкивание однонаправленных силовых линий (элек-

трических в случае электрического излучателя). Благодаря этому электрические петли, образованные в предыдущих циклах колебаний диполя, отталкиваются вновь образованными петлями, и электрическая волна тем самым распространяется в пространстве всё дальше от источника. О магнитном поле в модели Герца вообще не упоминается, т. е. оно, по его мнению, не играет никакой роли в распространении электромагнитной волны. Не существует вразумительного объяснения механизма излучения радиоволны, основанной на взаимном порождении электрического поля магнитным полем (и наоборот).

Отметим, что на свойство взаимного отталкивания однонаправленных силовых линий указал Фарадей. Это свойство является общим для электрического и магнитного полей и лежит в основе всех механизмов отталкивания (электрического и магнитного). Напр., два одноименных заряда отталкиваются именно своими силовыми линиями, равно как одноимённые полюса двух магнитов. Фарадей назвал это свойство «боковым давлением». Он же указал на другое свойство силовых линий, одинаково присущее электрическим и магнитным силовым линиям. Они стремятся сократиться, если есть такая возможность. И вот это свойство лежит в основе механизма притяжения (электрического и магнитного). Этими двумя свойствами объясняются все эффекты в электростатике и магнитостатике и, как видим на примере модели Герца, – и в электродинамике.

Здесь нелишне упомянуть, что задолго до написания уравнений, Максвелл немало приложил усилий к тому, чтобы математически описать два этих свойства силовых линий, открытых Фарадеем. Однако это ему не удалось. Дело в том, что он пытался моделировать «боковое давление» с помощью вихрей жидкости соответствующей центробежной силы. Методически это неправильно, т. к. означает попытку моделировать первичную субстанцию эфир (и натяжение в нём – силовые линии) с помощью вторичных или даже третичных частиц, которые сами представляют собой возбуждение этого эфира, но более оформленных. Поэтому не удивительно, что эта попытка была обречена на провал [4]. А знаменитая система уравнений Максвелла является паллиативом (т.е. тем, что всё-таки удалось сформулировать математически). Но этот паллиатив, как видам, отнюдь не получает экспериментального подтверждения.

Основная часть. Уравнения Максвелла решаются в основном приближёнными методами и дают приемлемый результат лишь в ряде простейших случаев. Незначительное усложнение практического процесса полностью лишает уравнения работоспособности, т.к. они не раскрывают физическую суть описываемого процесса, и поэтому делают его недоступным для понимания. При этом часто

возникают существенные расхождения между опытными и расчётными значениями. Если, напр., нельзя получить строгое решение, которое можно использовать для анализа и вычислений, то стараются найти решение граничной задачи приближёнными методами или получить численные результаты. Поэтому Максвелл пошёл дальше. Он постулировал в 1865 г., что электромагнитная волна не только изменяется во времени, но и распространяется в пространстве со скоростью, равной скорости света C . За основу этого постулата он принял уравнения электромагнитной волны. С тех пор начали считать, что уравнения Максвелла корректно описывают процессы передачи энергии и информации в пространстве, и поэтому они стали непререкаемым авторитетом в описании процессов ЭИО. Однако хорошо известно, что уравнения Максвелла работают только в условиях, когда длина электромагнитной волны соизмерима с длиной антенны. Хуже того, они описывают распространение не существующих в Природе и не локализованных в пространстве электромагнитных волн, напряжённость электрических и магнитных полей которых уменьшается с увеличением расстояния от их источника. Отмеченные факты укрепляют уверенность в том, что уравнения Максвелла не могут количественно интерпретировать многие практические процессы.

Для подтверждения указанных фактов проанализируем простой, давно известный эксперимент с трансформатором, имеющим в магнитопроводе воздушный зазор Z . Величину зазора можно менять или вставлять в него изолирующие вставки из различных материалов. Если на входе будет переменное напряжение U_1 , то при одном и том же количестве витков и отсутствии потерь в системе на выходе будет напряжение $U_2 = U_1$. Изменяя величину зазора Z или введя в него пластины из разных материалов, получим $U_2 \neq U_1$. Результаты этого эксперимента известны, но они приводятся здесь лишь с одной целью – увидеть закономерность изменения напряжённостей переменного магнитного и электрического полей. На входе переменное напряжение U_1 с частотой 50 Гц генерирует переменное магнитное поле той же частоты, которое передаётся через воздушный зазор второму магнитопроводу. Переменное магнитное поле второго магнитопровода наводит в его обмотке вторичное переменное напряжение U_2 . В данном эксперименте представляет интерес дальность распространения переменного (волнового) магнитного поля в пространстве. В соответствии с уравнениями Максвелла переменный характер этого поля требует распространения его волн в пространстве, но этого не происходит. Оказывается, что уже при $Z > 0,2 \text{ м}$ напряжённость вторичного магнитного поля близка к нулю. Значит, оно не распространяется

в пространстве, тем более – на большие расстояния. Из этого следует, что уравнения Максвелла можно применять для описания и анализа электромагнитных явлений в обмотках трансформаторов, электродвигателей, электрогенераторов и других электротехнических устройствах. Но их нельзя использовать для анализа процесса распространения магнитной волны на большие расстояния, ибо она не распространяется в пространстве, а существует только в окрестностях своих источников.

Основной метод экспериментальной проверки этих уравнений при передаче энергии и информации в пространстве сводится к фиксации электрического тока, который рождается в проводнике, оказавшемся в переменном магнитном поле. Роль проводника выполняют антенна передатчика или отражатель, а также антенна приёмника. При этом ток проводимости фиксируется как в антенне передатчика, так и в антенне приёмника. Он обусловлен появлением тока в антенне приёмника в момент введения диэлектрика в зону регистрационной рамки. Но электрический ток в принципе не может появиться в диэлектрике, и тем более не может вокруг него формироваться магнитное поле. Ответ на этот вопрос скрыт в известном факте реагирования частиц кристаллической решётки антенны на малейшие изменения температуры окружающей среды. Процесс этот идёт непрерывно и регистрируется в приёмной антенне как фоновый шум. Генерируют этот шум фотоны, непрерывно поглощаемые и излучаемые электронами молекул и атомов антенны. Если к антенне приёмника придут фотоны, отличающиеся от тех, которые поддерживают её температуру в заданном интервале и формируют фоновый шум, то сигнал шума начнёт модулироваться и, как следствие, в антенне приёмника и в самом приёмном устройстве появится электрический ток.

Таким образом, ток в приёмной антенне может появиться по двум причинам: пересечением этой антенны переменным магнитным полем или поглощением электронами антенны фотонов, отличающихся от тех, которые формируют её температуру. Есть все основания полагать, что диэлектрик отражает пришедшие к нему фотоны, которые, попав на приёмную антенну, генерируют ток. Из этого следует, что антенна передатчика излучает не электромагнитные волны, а волны фотонов. При этом форма волны не изменяется, но изменяется её физическое наполнение. Она формируется не электрическим и магнитным полями, а совокупностью единичных фотонов, которые также имеют электромагнитную структуру. Следовательно, чтобы найти истинный носитель энергии и информации в пространстве, надо владеть результатами исследований, характеризующих фотоны. Тогда сравнение теории Максвелла с теорией, описывающей поведение фотонов, и

экспериментальных данных, которые интерпретируются с помощью математических моделей этих теорий, выявит истинный носитель энергии и информации в пространстве.

Описанный эксперимент убедительно доказывает невозможность распространения в пространстве электромагнитных волн Максвелла. Они не могут быть носителями информации или энергии в пространстве. Эта функция приписана им ошибочной интерпретацией опытов Герца (рис.1). В качестве источника высокого переменного напряжения он использовал катушку Румкорфа, с помощью которой генерировал искры в искровом промежутке 1 вибратора.

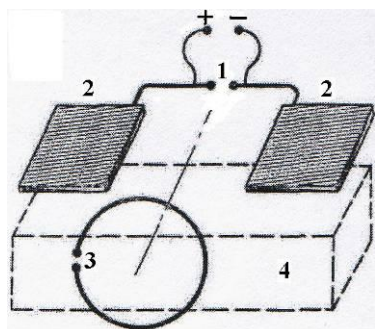


Рис. 1. Схема опыта Герца: 1 – искровой промежуток вибратора; 2 – пластины; 3 – искровой промежуток резонатора; 4 – проводящее или изолирующее тело.

Пластины 2 выполняли функции пластин конденсатора. Искровой промежуток 3 резонатора регулировался специальным микрометрическим винтом. Резонатор располагался вблизи вибратора в плоскости, перпендикулярной плоскости пластин 2, параллельно стержню вибратора и симметрично относительно уровня пластин. Когда искровой промежуток 3 резонатора располагался сбоку, как показано на рис. 2, то искр в нём не было в силу одинаковости условий для нижней и верхней половинок резонатора. Если к пластинам вибратора подносилось какое-нибудь проводящее тело, то, как считал Герц, оно деформировало поле вибратора, в результате резонатор оказывался не в нейтральном положении, и в его зазоре 3 появлялись искры. При этом искровой промежуток 3 резонатора надо было располагать с той стороны, с которой подносилось проводящее тело. Герц обнаружил, что замена проводящего тела диэлектриком не меняет результат опыта. На основании этого он сделал вывод, о том, что электромагнитное поле Максвелла генерирует ток смещения в проводящих телах и даже в диэлектриках [3].

Странно воспринимать такой вывод Герца, т. к. остаются невыясненными вопросы о влиянии на результат эксперимента световых фотонов, излучаемых в зазоре 1 вибратора в момент образования искры, и инфракрасных фотонов, излучаемых пластинами. И те, и другие отражаются от проводящих тел и диэлектриков, поглощаются электронами провода резонатора и формируют в нём электрический ток, который и образует искру в зазоре 3. Если зазор 3 резонатора симметричен относительно концов вибратора и пластин, то симмет-

ричний поток фотонов, поглощаемых проводом резонатора, формируют в нём однополярный потенциал и искра отсутствует. Введение проводящего тела или диэлектрика 4 в зону лишь нижней части резонатора приводит к тому, что фотоны, излучённые в искровом промежутке 1 вибратора, отражаются от боковой стенки введённого тела 4 и увеличивают общий поток фотонов на нижнюю часть резонатора. В результате резонатор превращается, грубо говоря, в термоду, которая генерирует, наблюдавшиеся Герцем искры. Нет оснований упрекать Герца в ошибочности интерпретации этого эксперимента. В те времена это была, пожалуй, единственно возможная интерпретация, т. к. представление о фотонах тогда ещё отсутствовало. Но есть основания сделать упрек всем его последователям, которые ничего не сделали для того, чтобы повторить его опыты на современном уровне и найти им правильную интерпретацию.

Из изложенного следует необходимость повторения опытов Герца с использованием современных средств и результатов анализа опыта Герца, чтобы поставить под сомнение существование электромагнитных волн в Природе. Восемнадцать таких опытов по электродинамике описано в [6]. Анализ результатов этих опытов показывает, что в них отразился весь спектр поведения световых фотонов в Природе. Этого вполне достаточно для заключения о том, что носителями радиоволн являются электромагнитные структуры, получившими название фотонов. Фотон представляет электромагнитное образование, которое излучается и поглощается электронами атомов проводника. Из этого следует, что электроны атомов и формируют излучение, которое ошибочно названо электромагнитным и представляется в виде электромагнитной волны. Максвелловская волна не имеет параметров локализации в пространстве, поэтому её нельзя считать фотоном. Теперь уже установлено, что фотон – локализованное в пространстве электромагнитное образование, состоящее из элементарных электромагнитных полей, замкнутых по круговому контуру [2]. Количество электромагнитных полей определяет угол $\alpha=60^\circ$. Связь между длиной волны λ , которую описывает центр масс M фотона, и радиусом r кругового контура, который называют радиусом вращения фотона, имеет вид

$$\lambda = 2r \sin \frac{\alpha}{2} = r \rightarrow \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2} \rightarrow \alpha = \frac{\pi}{3} = 60^\circ. \quad (1)$$

Фотон имеет три частоты: линейную частоту ν и две угловых: ω – угловая частота вращения центра масс фотона относительно геометрического центра; ω_0 – угловая частота вращения центров масс шести электромагнитных полей фотона относительно его центра масс.

Все частоты фотона связаны с периодом T его колебаний зависимостями

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\alpha}{\omega_0}. \quad (2)$$

Амплитуда A колебаний центра масс M фотона определяется зависимостью

$$A = \rho_M = \frac{r}{2}(1 - \cos \frac{\alpha}{2}) = 0,067r. \quad (3)$$

Так как $C = \lambda\nu$, то из выражения $h = m\lambda^2\nu = m\lambda \cdot \lambda\nu = mr \cdot r\nu = const$ автоматически следует константа локализации фотона в пространстве

$$k_0 = m \cdot r = m\lambda = \frac{m\lambda^2\nu}{\lambda\nu} = \frac{h}{C} = \frac{6,626176 \cdot 10^{-34}}{2,997925 \cdot 10^8} = 2,2102541 \cdot 10^{-42} \text{ кг} \cdot \text{м} = const. \quad (4)$$

Таким образом, фотон имеет два главных скрытых параметра: радиус ρ_k условной окружности, описывающей движение центра масс фотона, и радиус ρ_e условной окружности, описывающей движение центров масс электромагнитных полей фотона

$$\rho_k = \frac{\lambda}{2\pi} = \frac{r}{2\pi}, \quad \rho_e = \frac{\lambda}{\alpha} = \frac{r}{\alpha}. \quad (5)$$

Движение центра масс фотона описывают уравнения

$$x = Ct + 0,067r \sin 6\omega_0 t; \quad y = 0,067r \cos 6\omega_0 t.$$

Уравнение движения центра масс фотона имеет вид

$$V = \sqrt{(dx/dt)^2 + (dy/dt)^2} = \sqrt{C^2 + 0,84C^2 \cos 6\omega_0 t + 0,177C^2} = \sqrt{\frac{1,18 + 0,84 \cos 6\omega_0 t}{\epsilon_0 \cdot \mu_0}}. \quad (6)$$

Рассмотрим элементарный пример. Если провод передающей антенны имеет радиус $R = 10^{-2} \text{ м}$ и на поверхности провода генерируется магнитное поле с индукцией $B = 10^{-3} \text{ Тл}$, то удельная линейная индукция магнитного поля на поверхности проводника будет равна $\rho = B / 2\pi R = 16 \text{ мТл/м}$. При удалении магнитного кольца (кольцевого магнитного импульса) от поверхности антенны со скоростью света, его радиус r будет увеличиваться. Допустим, что такое магнитное поле удалилось от передающей антенны на $r = 10^6 \text{ км}$ и встретилось с антенной приёмника. Линейная плотность магнитного кольца, которое

пересечет антенну приёмника, составит $\rho = 1 \text{ нТл/м}$. Вряд ли такое слабое поле может возбудить электроны антенны приёмника, чтобы передать им закодированную информацию. Поэтому, как было показано выше, имеются веские основания сомневаться в том, что указанные импульсы магнитного поля излучаются антенной передатчика и переносят информацию в пространстве.

Известно, что температуру окружающей среды формируют фотоны с определённой длиной волны. Длина волны фотонов, излучаемых атомами антенны передатчика, зависит от её температуры. Так при $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ электроны антенны излучают фотоны с длиной волны равной $\lambda = C/T = 9,886 \text{ мкм}$, т.е. фотоны инфракрасного диапазона. Если же передатчик излучает, напр., импульсы с длиной волны $0,5 \text{ м}$, то длина волны λ импульса уже будет в $0,5 / 9,886 \cdot 10^{-6} = 50576,57$ раза больше длины волны фотонов, формирующих этот импульс. При этом электроны атомов и молекул всего, что находится в этой среде, непрерывно поглощают и излучают эти фотоны, поддерживая необходимую температуру. Поэтому они являются носителями информации и энергии между всеми объектами среды. Это естественный процесс, благодаря которому существует всё живое и неживое в Природе. Однако он был полностью проигнорирован при интерпретации процессов передачи информации и энергии искусственными источниками, созданными человеком.

Поведение фотонов, зарегистрированное в различных экспериментах, описывается соотношениями (1-6), не имеющими ничего общего с уравнениями Максвелла. Все они используются для интерпретации результатов экспериментов, в которых в действительности участвуют фотоны. Из этого следует, что электромагнитная волна Максвелла и волны фотонов – разные электромагнитные образования. Уравнения Максвелла описывают нелокализованные в пространстве электромагнитные волны, напряжённость электрических и магнитных полей которых уменьшается с увеличением расстояния от их источника. Фотон – некое локализованное в пространстве электромагнитное образование, параметры которого изменяются в интервале 15 порядков. Мощность сигнала, который фотоны формируют в антенне приёмника, зависит только от количества фотонов в каждом импульсе, дошедших до этой антенны. В этом случае напряжённость электромагнитного поля каждого фотона остаётся постоянной и не зависит от расстояния, которое он проходит от антенны передатчика до антенны приёмника. Таким образом, имеются основания предполагать, что в момент отсутствия электрического импульса в проводнике магнитного поля вокруг него нет, и информацию в пространство передают импульсы фотонов, излученные свободными электронами проводника в момент действия на них электрического импульса.

Под действием электрического поля векторы спинов \mathbf{h} и магнитных моментов \mathbf{M}_e , передаваемые свободным электронам, будут направлены вдоль провода. Индукция магнитного поля B_e каждого электрона связана с его основными параметрами зависимостью

$$B_e = \frac{m_e \omega_e}{e} = \frac{h \omega_e}{4\pi \cdot M_e} = \frac{E_e}{4\pi \cdot M_e}, \quad (7)$$

где ω_e – угловая скорость вращения электрона, E_e – полная его энергия.

Суммарное магнитное поле всех электронов формирует в окружающем пространстве вокруг провода магнитное поле. Каждый из электронов в момент импульсного воздействия на него излучает фотон. В результате формируются импульсы фотонов, перпендикулярные проводу. Они движутся со скоростью света, неся закодированную в них информацию.

Из ур. (7) следует, что индукция B_e магнитного поля, а, следовательно, и магнитный момент \mathbf{M}_e электрона, зависят от частоты ω_e его вращения. Импульс изменения магнитного момента $\Delta \mathbf{M}_e$ передаётся вдоль провода, а импульс изменения угловой скорости $\Delta \omega_e$ сопровождается излучением фотонов электронами перпендикулярно проводу. Таким образом, малейшее внешнее воздействие на свободные электроны приводит к передаче ими информации в двух направлениях: вдоль провода и перпендикулярно к нему. Импульсное изменение электрического поля передаётся всем свободным электронам, сориентированным вдоль провода, и одновременно сопровождается излучением фотонов в пространство. В результате формируются продольные волны электромагнитных импульсов вдоль провода и одновременно импульсы фотонов, излучаемых перпендикулярно проводу. Так одна и та же информация передаётся в двух направлениях: вдоль провода и перпендикулярно ему – в пространство.

Выводы. Итак, для количественной интерпретации фотонной волны нет необходимости вводить в уравнение для такой волны количественные характеристики напряжённостей электрического и магнитного полей. Достаточно записать уравнение изменения во времени параметров сигнала передатчика и ввести в это уравнение его параметры. При этом могут потребоваться дополнительные сведения, напр., о процессах поглощения или отражения и повторного излучения фотонов электронами отражателя, которые порождают нелинейный импеданс. При проведении таких операций не исключено появление усложнений, которые вызовут необходимость применения численных методов решения уравнений.

Литература

1. *Кучин В.Д.* Анализ уравнений Дж. Максвелла / *В.Д. Кучин, И.В. Теодорович* // *Електрифікація та автоматизація сільського господарства*, 2005. – №2(11). – К. – С. 34-42.
2. *Канарёв Ф.М.* Начала физхимии микромира / *Ф.М.Канарёв.* - Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2009. – 686 с.
3. *Тамм И.Е.* Основы теории электричества / *И.Е. Тамм.* – М.: Физматлит, 2003. – 616 с.
4. *Ацюковский В.А.* Общая эфиродинамика / *В.А. Ацюковский.* – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 280 с.
5. *Кучин В.Д.* Роль эфира при электромагнитных взаимодействиях / *В.Д. Кучин, И.В. Гаевская* // *Енергетика і автоматика*, 2011, №3(9) <http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/eia/index.html>
6. *Никольский В.В.* Электродинамика и распространение радиоволн / *В.В. Никольский, Т.И. Никольская.* – М.: Наука, 1989. – 643 с.

ФОРМАЛІЗМ РІВНЯНЬ ДЖ. МАКСВЕЛА

Кучин В.Д., Никифорова Л.Є.

Анотація - рівняння Максвелла описують процес розповсюдження у просторі та часі неіснуючих електромагнітних хвиль. Насправді інформація передається у простір потоком фотонів, які утворюються з електромагнітного вібратору.

THE FORMALISM OF THE MAXWELL'S EQUATIONS

V. Kuchin, L. Nikiforova

Summary

The Maxwell's equations describe the process of propagation of non-existent electromagnetic waves in the space and time. Indeed the information is being transmitted in the space with flow of photons that are generated with electromagnetic vibrator.



АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПРОДУКТІВ ПЛАЗМОХІМІЧНИХ РЕАКТОРІВ (ГЕНЕРАТОРІВ ОЗОНУ) НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

Чапний М.В. к.т.н.,

Решетюк В.М. к.т.н.,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Осінов С.М. к.т.н.,

Співак В.М. к.т.н.,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Чапний В.М.

АЕС Київобленерго

Тел. (044) 527-83-82

Анотація - зроблено аналіз взаємодії озону та плодово-овочевої продукції з точки зору її знезараження. Отримано залежності розпаду озону утвореного генераторами озону з різними напругами іонізації. Отримано математичну модель зміни концентрації озону в сховищі під час озонування.

Ключові слова - іонізація, озонування, картопля, знезараження.

Постановка проблеми. Проблема підвищення збереженості плодово-овочевої продукції під час довготривалого зберігання потребує використання озону для обробки продукції. Вирішення проблеми пропонується досягти застосуванням обладнання, що використовується при зберіганні плодово-овочевої продукції та додаткового введення застосування озону в насипі плодово-овочевої продукції.

Аналіз останніх досліджень. За даними мікробіологічних досліджень [1], озон здатний вбивати всі відомі види грам позитивних і грам негативних бактерій, спори і вегетативні форми всіх відомих патогенних грибів.

Формулювання мети статті. Метою дослідження є зменшення непродуктивних витрат озону шляхом виявлення факторів, які треба оптимізувати при озонуванні плодово-овочевої продукції під час її зберігання.

Основна частина. У озону є одна особливість: його низькі дози стимулюють проростання стійких до будь-яких хімічних і фізичних дій мікроорганізмів, зокрема, «сплячих» спорових форм грибів, а високі - мають бактерицидну дію. Окрім того, озон взаємодіє тільки з поверхневими структурами клітин і не проникає вглиб. До того ж виявилось, що багатократні короточасні обробки різних видів плодів і овочів низькими дозами озону гальмують в них обмінні процеси, підвищують імунітет і знищують збудників хвороб. Ущільнюється і поверхневий шар овочів і фруктів, знижуючи швидкість випаровування води, а значить, продукція залишається соковитішою і довше зберігає свою біологічну цінність.

Встановлено [2, 3], що запах ароматних фруктів (наприклад, полуниці), посилюється у присутності озону. Тому утворення ароматів і запахів фруктів з їх характерним смаком йде активніше під впливом озону. Озонування повітря в овочесховищах усуває запахи пакувальних матеріалів, якими часто просочуються товари, що зберігаються (наприклад, у разі зберігання продуктів в дерев'яній упаковці в холодильниках при відносній вологості 85-90%). В більшості випадків сховища, товарні склади і рефрижератори можуть бути дезінфіковані за допомогою озону. Процес озонування окрім загальної дезінфекції дозволяє усунути (або, принаймні, частково приховати) неприємні запахи, що надходять від пакувального матеріалу, в результаті продуктам повертається їх природний звичний аромат.

Нижче стисло проаналізовано окремі аспекти застосування озону стосовно овочів і фруктів:

Банани. Посилений процес обміну речовин в бананах починається тільки в тих випадках, коли концентрації озону, що вводиться, достатньо високі. При підтримці концентрації озону між 25 і 30 ppm, через 8 днів на шкірці плоду з'являються чорні плями. При концентрації 30-90 ppm, дихальні процеси збільшуються, хоча сам процес дозрівання залишається незмінним.

Апельсини. При зберіганні апельсини нечутливі навіть до високої озонної концентрації (40 ppm) в сховищі. Їх дозрівання також сповільнюється через окислення етилену і інших продуктів обміну речовин.

Ягоди. Полуниця, малина і виноград схильні створювати цвілеві колонії в період зберігання. Ця тенденція може бути легко усунена способом введення озону концентрацією 2-3 ppm без збитку для якості і смаку, таким чином термін зберігання може бути збільшений удвічі.

Яблука. Залежно від сорту, ефект біологічної дії може бути виявлений тільки при зберіганні з концентрацією озону від 2 до 10 ppm. Експерименти, проведені в США показали, що якість більшості видів не погіршується навіть після холодного зберігання на протязі п'яти мі-

сяців при озонувій концентрації 2 ppm. Якщо концентрація злегка завищена, спостерігається погіршення смаку деяких сортів. Досліди показали, що ці фрукти не псується протягом 17 днів при зберіганні в озонувій атмосфері при концентрації озону 3 ppm і температурі 278К. Зменшення концентрації не мало ніякого впливу на норму дихання фруктів.

Овочі. Вплив озону на овочі схожий з впливом на фрукти. Найбільш відомі досліди успішного озонування кольорової капусти що проводилися в Радянському Союзі. Застосування озонування значно інгібує розвиток фітопатогенної мікрофлори. Так, при дії озону зараження на поверхні картоплі знижується в 1,5-2 рази, в повітряному середовищі - в 10-12 разів. Вихід стандартної продукції підвищується на 5-7% без погіршення біохімічних і дегустаційних показників.

Картопля. В період зберігання в бульбах картоплі відбуваються процеси особливим чином і діють на його живильну цінність. Найважливішими з них є зміни у вуглеводному комплексному з'єднанні, вмісті вітамінів і в диханні бульб. У картопляних бульбах, що озонуються, зміст крохмалю і вітаміну С збільшується, тоді як вміст цукру зменшується. При цьому інтенсивність дихання залишається практично незмінною. При озонуванні колір, смак і консистенція бульб залишаються незмінними. Відмічено, що озонування затримує проростання картоплі і дозволяє подовжити термін його зберігання, не знижуючи посівних якостей.

Стосовно об'єктів зберігання та об'єктів знешкодження проведено багато розрізних досліджень і всі вони вимагають додаткового аналізу та узагальнення.

Відношення, на основі яких можуть бути визначені енергетичні характеристики процесу озонування, можна отримати із рівняння матеріального балансу озону. Припустимо, що за рахунок інтенсивного перемішування озоноповітряної суміші з забрудненим повітрям буде досягнута рівномірна концентрація озону в об'ємі обробленого повітря.

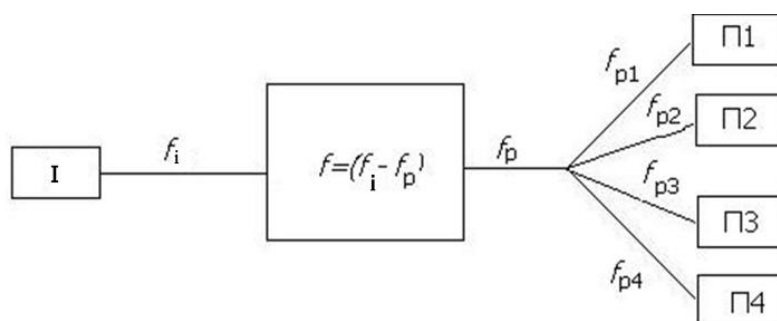


Рис.1. Схема поточного процесу озонування повітряного середовища.

Тоді рівняння матеріального балансу озону для елементарного інтервалу часу на основі схеми поточного процесу (рис. 1) буде мати вигляд

$$(\varphi_i - \varphi_{P1} - \varphi_{P2} - \varphi_{P3} - \varphi_{P4})d\tau = dn, \quad (1)$$

де φ_i – кількість озону, який надходить від озонатора;
 φ_{P1} – кількість озону, витраченого на процес обробки забрудненого повітря;

φ_{P2} – кількість озону, що видаляється витяжною вентиляцією;

φ_{P3} – кількість озону, яку поглинають бульби;

φ_{P4} – кількість озону, що розклався;

$\Delta\Phi = n$ – кількість озону, яка лишилася в бункері.

Кількість озону, що надходить від озонатора, визначається його продуктивністю і тривалістю його роботи і відповідно дорівнює

$$\varphi_i = Q \cdot d\tau, \quad (2)$$

де Q – продуктивність озонатора;
 $d\tau$ – елементарний інтервал часу роботи.

Характер взаємодії озону з повітряним середовищем залежить від концентрації озону, коефіцієнту його поглинання в середовищі. Отже, кількість озону, витраченого на обробку повітряного середовища, дорівнюватиме

$$\varphi_{P1} = k \cdot O_3 \cdot V \cdot d\tau, \quad (3)$$

де k - коефіцієнт поглинання озону;

O_3 - концентрація озону;

V - об'єм приміщення.

Озон, видалений з повітряним потоком на виході зі сховища, визначається наступним виразом

$$\varphi_{P2} = N_b \cdot O_3 \cdot V \cdot d\tau, \quad (4)$$

де N_b - кратність повітрообміну витяжної вентиляції.

Кількість озону, яка поглинається в насипі бульби, пропорційна кількості повітря, що йде на дихання картоплі і концентрації озону

$$\varphi_{P3} = m \cdot V_k \cdot O_3 \cdot d\tau, \quad (5)$$

де m – кількість бульби в засіку;

V_k - об'єм повітря, який витрачається на дихання картоплі в одиницю часу.

Кількість озону, що розклався самостійно, дорівнюватиме

$$\varphi_{p4} = \alpha_1 \cdot O_3 \cdot V \cdot d\tau, \quad (6)$$

де α_1 - коефіцієнт розкладання озону.

Озон, який залишився в повітрі, визначається наступним виразом

$$dn = dO_3 \cdot V, \quad (7)$$

де dO_3 - зміна концентрації озону в об'ємі повітря, що обробляється.

Підставивши значення складових із (2) – (7) в рівняння (1) і перетворивши його, отримаємо

$$\frac{dO_3}{d\tau} = \frac{Q}{V} - O_3 \left(K + \alpha_1 + N_b + \frac{m \cdot V_k}{V} \right). \quad (8)$$

Звідки маємо

$$O_3 = \frac{Q}{V \left(K + \alpha_1 + N_b + \frac{m \cdot V_k}{V} \right)} \left\{ 1 - \exp \left[-\tau \left(K + \alpha_1 + N_b + \frac{m \cdot V_k}{V} \right) \right] \right\}. \quad (9)$$

Для стаціонарного режиму, коли швидкість подачі озону в сховище дорівнює швидкості його витоків, концентрація буде визначатися наступним чином

$$O_3' = \frac{Q}{V \left(K + \alpha_1 + N_b + \frac{m \cdot V_k}{V} \right)}. \quad (10)$$

Оцінку енергетичній ефективності процесу можна здійснити введенням коефіцієнту „ η_1 ”, який рівний відношенню кількості корисного використаного озону в одиницю часу і кількості озону, що виробляє озонатор

$$\eta_1 = \frac{\varphi_{p1} + \varphi_{p2}}{\varphi_{II}} = \frac{O_3 (K \cdot V + m \cdot V_k)}{Q}. \quad (11)$$

Втрати озону будуть рівні нулю при $\eta = 1,0$, тобто, коли

$$O_3(K \cdot V + m \cdot V_k) = Q. \quad (12)$$

Умова (12) може бути виконана, якщо втрати з витяжною вентиляцією і дисоціації озону дорівнюватимуть нулю. Досягти цього в виробничих умовах не можливо, але знизити за рахунок герметизації приміщення і раціональної роботи вентиляції можна.

Для практичного використання отриманих рівнянь необхідно знати кількісні значення коефіцієнтів α_1 , K .

Зміна концентрації озону в приміщенні відповідно рівнянню (9) визначається процесами поглинання озону за рахунок хімічних реакцій, дисоціації як нестійкого газу, поглинання бульбами і за рахунок витяжної вентиляції. Для дослідження процесів поглинання і розкладання озону приймемо, що втрати озону з витяжною вентиляцією і на дихання картоплі відсутні. Тоді можна записати наступні рівняння:

$$O_3^H = \frac{Q}{V(\alpha_1 + K)} \cdot (1 - \exp[-\tau(\alpha_1 + K)]), \quad (13)$$

$$O_3^C = O_3^H \exp[-\tau(\alpha_1 + K)], \quad (14)$$

де O_3^H , O_3^C - концентрація наростання і спаду озону відповідно.

Для визначення коефіцієнтів поглинання і розкладання озону стосовно до картоплесховищ в виробничих умовах було отримано графічні залежності наростання та спадання концентрації озону.

Експериментально досліджено процеси наростання концентрації озону в сховищі.

Експеримент спланували таким чином, щоб для побудови кривої розгону було відмічено 25 точок. Криві розгону будували 5 разів у зв'язку з тим, що на об'єкт діє такий фактор, як розпад озону при його взаємодії з фітопатогенними мікробами. У зв'язку з цим крива, що позначена цифрою 5, отримана від першого ввімкнення озонатора, а кожна наступна від наступних ввімкнень з інтервалом через одну годину. Характеристики отримані після першого (крива 5) і останнього (крива 1) ввімкнення відрізнялися в усталеному режимі на $2,2 \text{ мг/м}^3$, що становить 13,75%. Таку розбіжність значень можна пояснити тим, що при першому ввімкненні більше озону витрачалося на знешкодження мікробів і грибів як в повітрі поміж бульбами так і на поверхні продукції, а при останньому ввімкненні продукція була максимально

можливо знезаражена. Отримані криві 1, 2, 3, 4, 5 представлені на рисунку 2. З отриманих значень концентрації озону в усталеному режимі можна зробити висновок, що 13,75% озону від загальної маси озону контактувало безпосередньо зі шкідливими мікроорганізмами в результаті чого відбувся його розпад. Таким чином виявлено, що при проточному озонуванні буде тільки 13,75% озону витратитися за призначенням (діє на об'єкт знешкодження), а весь інший озон (86,75%) буде витратитися непродуктивно.

Потім експериментальні данні для кривої 5 згладжували. Для згладжування експериментальних даних використали метод четвертих різностей.

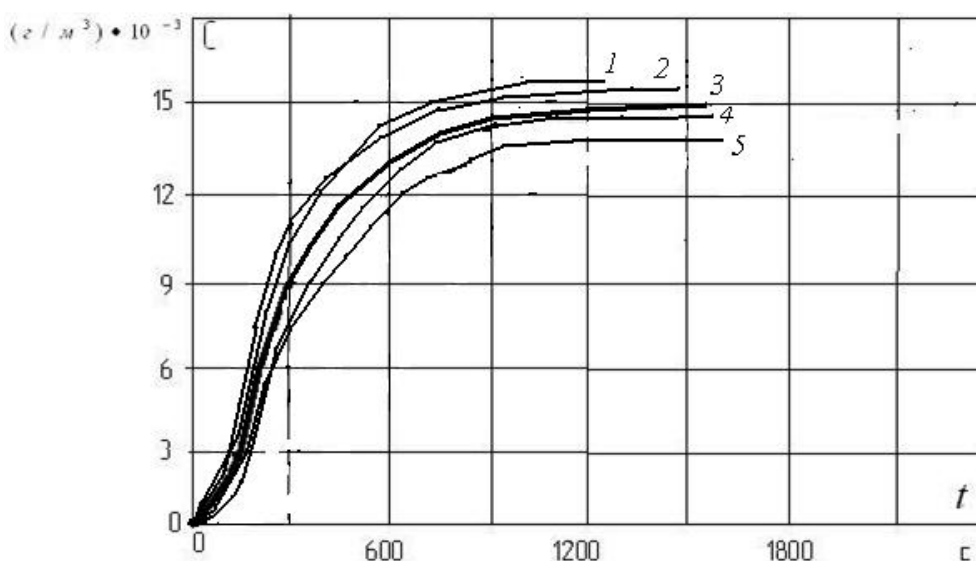


Рис.2. Розгінні характеристики об'єкту озонування.

В результаті розрахунків отримана результуюча крива розгінної характеристики об'єкта озонування яка представлена на рисунку 3, де точками позначені результати розрахунку, а суцільною лінією – згладжена крива.

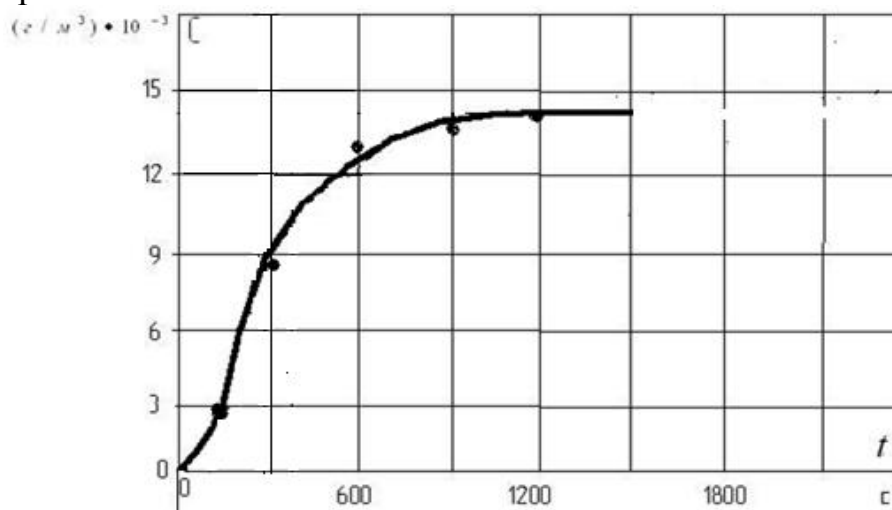


Рис.3. Зміна концентрації озону в камері з картоплею від часу роботи озонатора.

Після цього виконали нормування кривої розгону по формулі

$$h(t) = \frac{[C(t)]_i - [C(t)]_0}{[C(t)]_\infty - [C(t)]_0}, \quad (15)$$

де $C(t_i)$ – концентрація озону в момент часу t_i ;

$[C(t)]_\infty$, $C(t_0)$ - концентрація озону в моменти часу t_∞ та t_0 .

По отриманим точкам побудували нормовану розгінну характеристику представлену на рисунку 4.

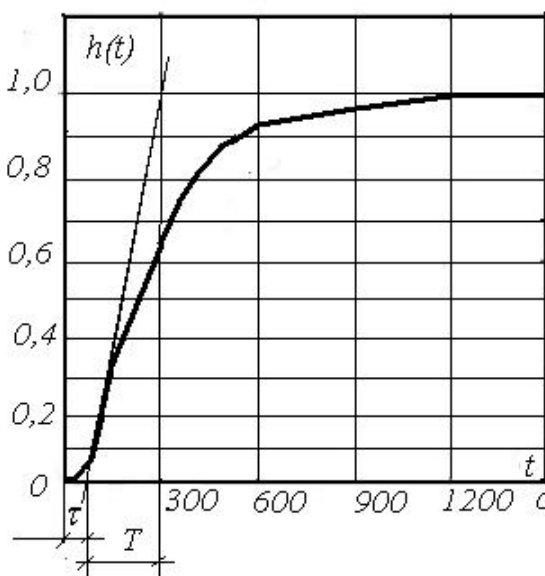


Рис.4. Нормована розгінна крива процесу озонування.

Для статичних об'єктів передаточна функція, що отримана по кривій розгону, представляється у вигляді

$$W(s) = \frac{k}{Ts + 1} e^{-\tau s}, \quad (16)$$

де T – постійна часу, с;

k – коефіцієнт передачі об'єкта;

τ – час запізнення, с.

З графіка нормованої кривої знайшли: $T = 250$ с, $\tau = 50$ с.

Стосовно практично потрібних часових показників це означає, що концентрація озону в дальній точці продукції почне змінюватися через 50 секунд, а час досягнення усталеного значення концентрації озону відбудеться через $(4,6 T)$, тобто через 1150 секунд (19 хвилин)

після ввімкнення системи озонування. Коефіцієнт передачі об'єкта знаходимо з відношення сталого значення концентрації озону (ΔC) в сховищі до продуктивності озонатора (q)

$$k = \frac{\Delta C(\infty)}{\Delta q} = \frac{\frac{14\text{мг}}{\text{м}^3}}{0,012\text{мг/с}} = 1167.$$

Згідно даних представлених на рисунку 2 визначено коефіцієнт поглинання озону „ K' ”.

За даними експерименту побудовані графічні залежності коефіцієнту „ K' ” в часі (рис. 5). Зі збільшенням часу процесу озонування коефіцієнт „ K' ” зменшується і досягає встановленого значення приблизно через одну годину роботи озонатора. Так, в початковий період коефіцієнт дорівнює 30,0...40,0, а в усталеному режимі 2,4...4,5.

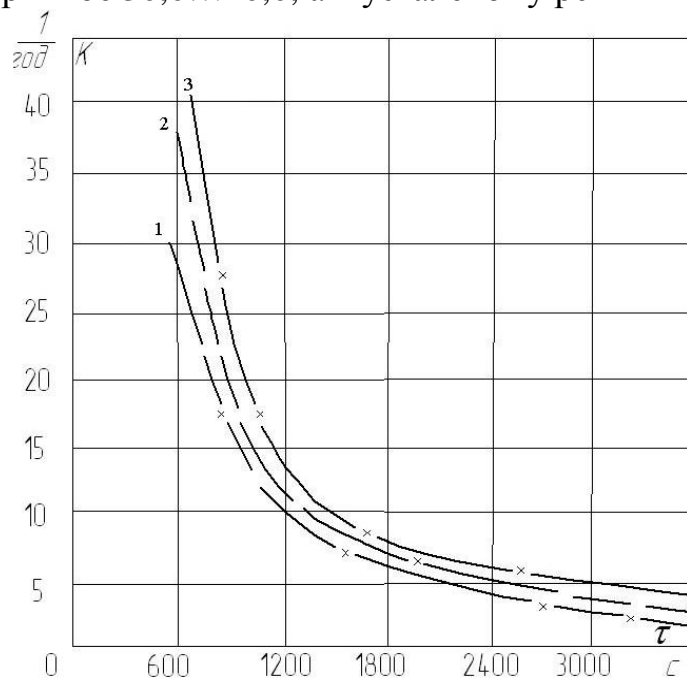


Рис. 5. Зміна коефіцієнта „ K' ” в часі.

Для визначення коефіцієнту розкладу озону були проведені експериментальні дослідження спаду концентрації озону після 10 годин озонування сховища. Експериментальні криві залежності спаду концентрацій озону утвореного при різних напругах іонізації повітря наведена на рисунку 6 і рисунку 7.

З графіка, наведеного на рисунку 6, видно, що при першому ступені іонізації період напіврозпаду озону становить 360 секунд, а період розпаду до непродуктивної концентрації ($0,01...0,03 \text{ мг/м}^3$) – 1200 секунд.

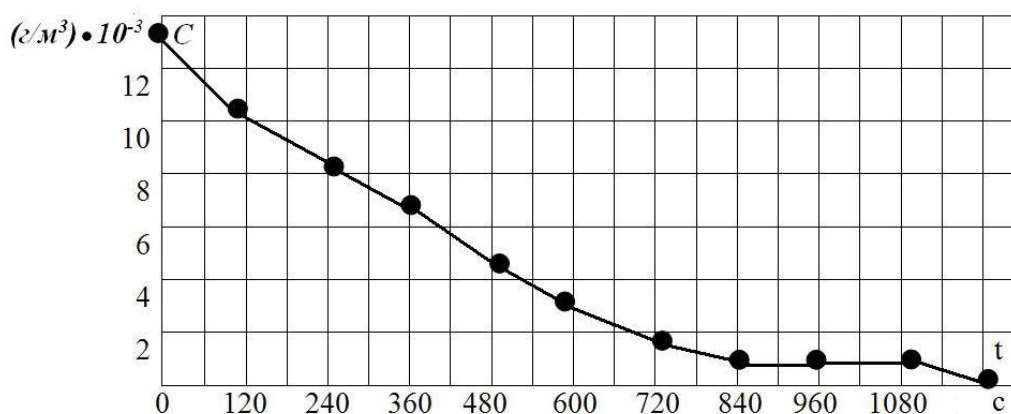


Рис. 6. Експериментальний графік розкладання озону утвореного при напрузі іонізації 3кВ.

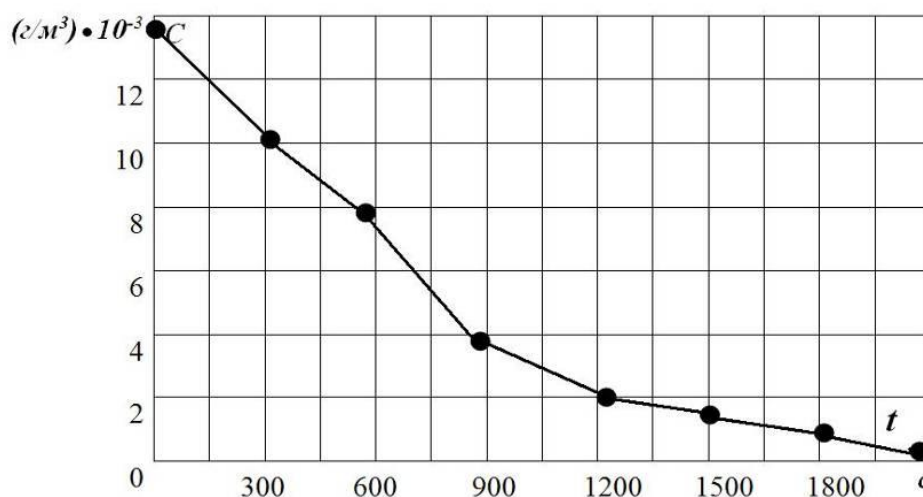


Рис.7. Експериментальний графік розкладання озону утвореного при напрузі іонізації 20 кВ.

З графіка, наведеного на рисунку 7, видно, що при другому ступені іонізації період напіврозпаду озону становить 600 секунд, а період розпаду до непродуктивної концентрації ($0,01...0,03 \text{ мг}/\text{м}^3$) – 2100 секунд.

Експериментальні дослідження показали, що кількісні значення коефіцієнту розкладу озону змінюються з впливом часу (рис. 8).

В процесі розкладання озону величина його плавно зменшується і досягає стаціонарного рівня. Тривалість цього періоду складає 20...40 хвилин в залежності від напруги іонізації при якій отримано озон. Експерименти проводилися при вологості середовища 90-95% і температурі 2...4 °С.

Для з'ясування того, як величина напруги отримання озону впливає на коефіцієнт розкладання озону, було проведено експеримент (рис. 8).

Кривою на графіку 1 (рис.8) показано коефіцієнт розкладу озону, отриманому при напрузі іонізації 3кВ, а кривою 2 – при напрузі 20кВ.

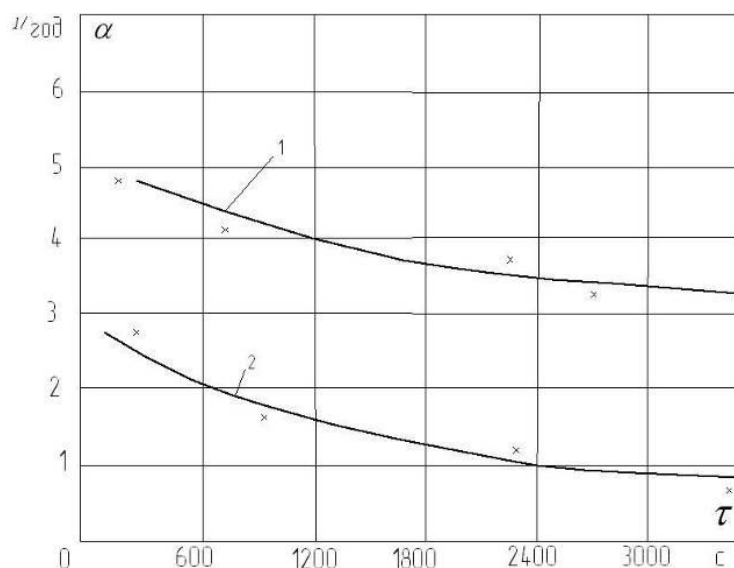


Рис.8. Графіки зміни коефіцієнта розкладу озона в часі.

Порівнюючи значення коефіцієнту „ K' ” у встановленому режимі (3,4-3,8 $1/год$) при наростанні концентрації озону і значення коефіцієнту розкладання (в встановленому режимі (3,2-0,8 $1/год$) при спаді концентрації озону можна зробити висновок: при досягненні встановленого значення концентрації озону подальші витрати озону відбуваються за рахунок його дисоціації, як нестійкого газу.

Висновки.

1. При озонуванні продукції проточною вентиляцією непродуктивно витрачається 86,25% озону;
2. Коефіцієнт поглинання озону середовищем, що знешкоджується знаходиться в межах: в початковий період 30...40 $1/год$, а у сталому режимі - 2,4...4,5 $1/год$;
3. Коефіцієнт розкладання озону знаходиться в межах: в початковий період 2,8...4,8 $1/год$, а у сталому режимі – 0,8...3,2 $1/год$;
4. При першому ступені іонізації період напіврозпаду озону в сховищі становить 360 с;
5. При другому ступені іонізації період напіврозпаду озону в сховищі становить 600 с.

Література

1. Супонина Т.А. Применение озона при холодильном хранении картофеля / Т.А. Супонина: Автореф. дис. канд. техн. наук. - Л.: ЛТИХП, 1979. - 22 с.
2. Гукалина Т.В. Влияние периодического действия озона на некоторые компоненты химического состава клубней картофеля / Гу-

калина Т.В., Коваленко Т.В., Бурова Т.Е. // Совершенствование методов холодильного консервирования пищевых продуктов - Л.: ЛТИХП, 1983. - С. 36-41.

3. *Крайнова Л.С.* Изучение изменения содержания некоторых макро- и микроэлементов в клубнях картофеля при хранении с применением озона / *Крайнова Л.С., Евдашкина В.И.* // Холодильная обработка и хранение пищевых продуктов. - Л., 1976, - С. 8-19.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОДУКТОВ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ (ГЕНЕРАТОРОВ ОЗОНА) НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

Чапный М.В., Решетюк В.М., Осинов С.М.,
Спивак В.М., Чапный В.М.

Аннотация – выполнен анализ взаимодействия озона и плодовоовощной продукции с точки зрения её обеззараживания. Получена зависимость разложения озона производимого генераторами озона с разными напряжениями ионизации. Получена математическая модель изменения концентрации озона в хранилище в процессе озонирования.

ANALYSIS OF INFLUENCE OF THE PRODUCTS OF PLASMA-CHEMICAL REACTORS (OZONE GENERATORS) ON BIOLOGICAL OBJECTS

M. Chapny, V. Reshetyuk, S. Osinov,
V. Spivak, V. Chapny

Summary

Was made the analysis of the interaction between ozone and horticultural products from the standpoint of its disinfection. The dependence of ozone decomposition, produced by ozone generators, from different voltage of ionization was gotten. The mathematical model of the changes in the concentration of ozone in repository during the ozonation technology was gotten.



БІОФІЗИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Вороновська О.В., к.е.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619)-42-21-29

Анотація - в статі розглянуто біофізичні основи розвитку сільськогосподарської діяльності.

Ключові слова - ентропія, енергія, біофізика, біо-трансформація, екосистема, синергетика.

Постановка проблеми. Коли ми говоримо про еволюцію, ми в першу чергу представляємо якесь прагнення до чогось кращого, більш досконалого, еволюція повинна мати на увазі під собою розвиток, прогрес. Однак, спостерігаючи навколишню нас дійсність, навряд чи можна припустити, що наша сільськогосподарська діяльність перебуває на більш досконалій стадії розвитку, ніж історично її попередники [1, 2].

Сільськогосподарське виробництво представляє собою складну цілісну систему і в першу чергу біологічну систему відтворення енергії з участю природних, соціальних, економічних та технічних ресурсів [2, 3]. Але з ростом інтенсивності сільського господарства, зокрема рослинництва, сільське господарство із енергонакопичуючої галузі все більше перетворюється в енергоспоживаючу та антропогенну. Це в свою чергу висуває нові вимоги що ведення сільськогосподарської діяльності. Необхідність орієнтації на біофізичні закони розвитку сільськогосподарської діяльності очевидна. Якщо звернутися до світової історії, то можна прослідити, що всі великі держави (Єгипет, Антична Греція, Древній Рим, Візантія тощо) сходили з арени в той момент, коли порушувались закони природи.

Аналіз останніх досліджень. Активні дослідження даної проблеми висвітлено наукових працях В. Вернадського, В. Докучаєва, В. Жука, Ю. Одума, А. Кушнарьова, М. Руденка, І. Пригожина, С. Подолінського, О. Соляника, та багатьох інших вчених [1-4].

Проте, через певне узагальнення об'єктів дослідження, проблема узгодженості сільськогосподарської діяльності з законами біофізики не вирішена.

Формулювання мети статті. Метою дослідження даної статті є вивчення еволюції сільськогосподарської діяльності в аграрній сфері з урахуванням законів біофізики.

Основна частина. Людство на зорі своєї історії виступало верхньою ланкою біоценозів, але починає відокремлюватися як самостійна сила, частково протистоїть природі, коли приступає до спрямованого впливу на біосферу.

Еволюція сільськогосподарської діяльності - це прогресивне підвищення потреб у виробництві сільськогосподарської продукції. Але, чим прогресивніша технологія з точки зору людства, тим вона є менш ефективною з точки зору використання потенціалу біосфери. Сьогодні існує дві точки зору на економічний розвиток сільськогосподарської діяльності - позитивістська і традиційна.

З сучасної позитивістської точки зору вся сільськогосподарська діяльність розвивається від менш досконалих технологій до більш досконалих (точне землеробство, генні та нано-технології тощо). Ідея заснована на взаємодії концепцій еволюційного процесу, самоорганізації та ідеї стійкості живої природи.

Для традиційної точки зору еволюція - це регрес (результат дії ентропійних факторів) - перехід від більш досконалих істот до менш вдосконалених. У традиційному сприйнятті світ був створений і в своїй вихідній точці був досконалим. Значить, у цього світу не було іншого напрямку розвитку крім деградації, переходу до менш досконалого стану (регрес). Звідси ми й отримуємо відомі грецькі та індійські вчення про чотири століття (Гесіод) або південні (арійські веди), що відображають ступені деградації земель сільськогосподарського призначення, зменшення біоти. За словами М. Еліаде, символізувало «повернення до хаосу і космогонію» [6]. Найдавніша ідея про прогресуючу «деградації» біосфери, її періодичному руйнуванні і відновленні знаходить своє відображення у фундаментальній міфологічній концепції ацтекської цивілізації - про Світові епохи Сонця.

На думку мислителів античного світу гармонія у взаємодії людини з природою досягається тоді, коли вона наслідує законам природи, не порушує її рівновагу. Природа представляється як рухома цілісність, і в цьому значенні людина не стільки протистоїть природі, скільки мислить як одна з її частин.

Жертвами недалекоглядного ставлення до природи стали багато цивілізацій. Стародавні шумери канули в Лету після того, як засолили пониззя Тигру і Євфрату в результаті надмірного зрошення земель. Це був один з перших екологічних криз на нашій планеті задовго до того, як вчені ввели в обіг термін «екологія».

Дохристиянська людина античної культури відноситься до природи як до богині, матері, тобто як до об'єкта поклоніння. При цьому

вона не закликає не втручатися в природу, а лише наголошує на тому, що це втручання повинно базуватися на її законах. Ще імператор Риму Марк Аврелій писав, що людина повинна весь час діяти таким чином, щоб зберігати рівновагу між собою і природою. У праці «Наоди-нці з собою. Роздуми» він зазначає, якщо ти взяв щось у природи, то повинен повернути стільки ж, а якщо повернеш більше, то зробиш добро не тільки для сучасників, а й для майбутніх поколінь, які з вдячністю будуть користуватися тими благами природи, які ти їм передав.

В буддизмі (Ст. Індія), людина - це насамперед представник одного з видів живих істот (поруч з деревами, тваринами, камінням і так далі). Взаємодія між ними проявляється через діалектику їхньої єдності і різноманітності. Даосизм (Ст. Китай) виступає за те, щоб природа йшла своїм шляхом, який би не порушувався "недоцільним" людським втручанням. Людина ототожнюється з навколишнім середовищем, саме з ним виникає "нероздільне єдність".

До виникнення християнства, ісламу та іудаїзму до Землі у людини було дуже трепетне, шанобливе ставлення, існував симбіоз «природа – людина». Парадоксально, але факт, що з приходом християнства був запущений механізм відторгнення людства від природи, механізм руйнування симбіозу. Ця ідеологія була посилена Ф.Ніцше, що породило ідеологію надлюдини, як володаря світу, в якому все має бути влаштовано, як забажає людина і для людини служити. І природно, природі відводилася роль раба, який необхідний тільки для задоволення людських потреб, що сьогодні ми спостерігаємо (інтенсифікація сільського господарств, вирощування монокультур та ін.).

Бачення древніх мислителів подальшого розвитку сільськогосподарської діяльності розуміється лише як гармонійне співіснування людини з природою.

Отже, для античності і Ренесансу був характерний інтегральний метод, в рамках якого природні та економічні процеси сільського господарства розглядалися в певній всезагальній єдності (згідно законам біофізики).

Сьогодні поки що в розвитку сільськогосподарської діяльності привалює метод пізнання, в рамках якого природні та економічні процеси розчленовується на окремі елементи. Це "розчленування" природи, домінування механістичного погляду на природні процеси стало найважливішою передумовою подальшого прогресу в землеробстві. Із закликком ставитися до природи як до приятеля, а не як до ворога, виступає Ф. Бекон. На його думку, природу перемагають, лише підкоряючись її законам. Гармонізацію взаємодії в системі "людина - природа" він тісно пов'язує з науково-технічним прогресом, який здатний змінити природу, удосконалити її. Змістом праць Ж.-Ж. Руссо є поверненням до життя на лоні природи в первісному його значенні. "До

тих пір, поки люди зберігали свою первісну невинність, їм не потрібно було ніяке керівництво, крім голосу природи ..." [2]. Разом з тим абсолютизація уявлень такого роду в рамках домінування механістичного стилю мислення привела до посилення протистояння людини і природи. І якщо у Ф.Бекона людина ще "слуга і тлумач" природи, то Р. Декарт уже прямо закликає людину стати "господарем і володарем" природи.

З аналізу наукової літератури даної проблеми то можна виділити три різних думки:

- одні вчені стверджують, що сільськогосподарська діяльність постійно регресує (Гесіод, Демокріт, Лукрецій). Це теорія лінійного розвитку суспільства в протилежну від прогресу сторону (деградація : земель сільськогосподарського призначення, стрімке вимирання тваринного і рослинного світу тощо);

- інші намагаються довести на прикладах історії, що всередині суспільства відбувається постійна зміна прогресу на регрес і навпаки (Ібн Хальдун, А. Тюрго, Ж. Кондорсе, Дж. Віко, П. Сорокін, Тойнбі, Шпенглер та інші). Спираючись на історичні факти, вони говорять про циклічність процесу еволюції (дитинство, юність, зрілість і катастрофа (загибель));

- треті переконані, що всередині суспільства відбуваються тільки прогресивні явища (Маркс, Енгельс, Ленін, Плеханов, Тюрго, Гордер, Бжезинський, Кан, Арон), і навіть загибель старого суспільства є проявом прогресивних змін. На їхню думку, в природі відбувається вічний прогрес суспільства без епохи регресу.

Розглядаючи еволюцію в природі та суспільстві як без кінцевий ланцюг процесів самоорганізації (рис. 1). Використовуючи гегелівську метафору, можна замість ланцюга представити вектор, який складається із циклів самоорганізації (рис. 2). Кожен цикл включає в себе декілька стадій.

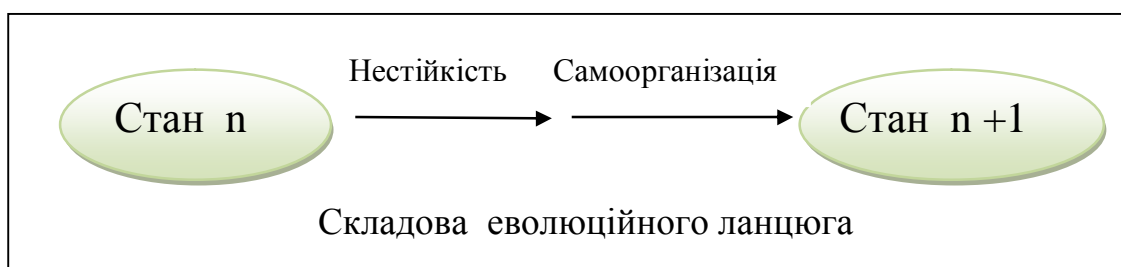


Рис.1. Еволюційні процеси самоорганізації.

Якщо при розгляді еволюції сільськогосподарської діяльності використовувати синергетичний підхід, то все встає на свої місця. Наприклад, беручи до уваги визначення еволюції «як процесу структур-

ної реорганізації в часі, в результаті якої виникає форма або структура, якісно відрізняється від попередньої форми» [4]. Можна дати пояснення тим, що відбувається в даний момент екологічним явищем. Стан сучасного сільськогосподарського виробництва зовсім не свідчить про те, що протягом своєї історії воно деградувало, це всього лише прояв еволюційного кризу, проходження періоду хаосу, перебування, які з неминучістю призведуть до заміни в колективній свідомості щодо принципів розвитку сільськогосподарської діяльності.

Сьогодні намічаються спроби гармонізувати взаємини людини з природою. З розширенням і поглибленням людських знань про живі організми з'явилися такі розділи науки, які вивчають процеси та явища, пов'язані одночасно до різних областей знань. Серед таких наукових дисциплін біологічна фізика, або біофізика.

Біофізика – наука міждисциплінарна і потребує знання фізики, біології, хімії, екології, медицини. Узагальнено вона вивчає особливості функціонування фізичних законів на біологічному рівні організації речовини.

Отже, йдеться про формування нової системи – «природа – суспільство – економіка – космос». Це в свою чергу ставить нові вимоги щодо ведення сільськогосподарської діяльності.

Сільськогосподарська діяльність підпорядкована течією еволюційних процесів - точно так само, як біологічні системи. Біологічна система - цілісна система компонентів, які виконують певну функцію в живих системах.

На даний момент згідно синергетичного підходу ми знаходимося в точці біфуркації (рис.2).

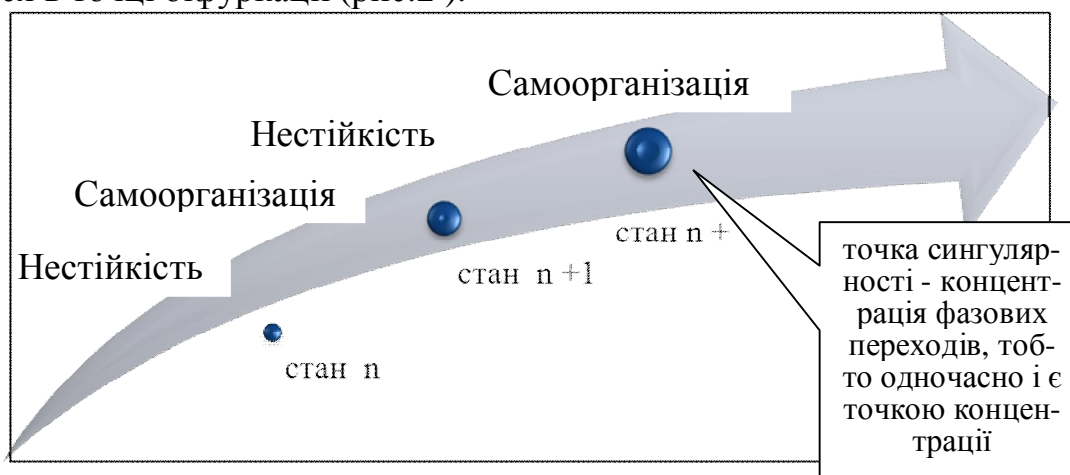


Рис. 2. Процеси еволюції сільськогосподарської діяльності (прогрес).

Біфуркації - це точки, в яких хід процесу стає неоднозначним: він може піти різними шляхами (вибір технологій виробництва сільськогосподарської продукції), причому в силу нестійкості системи в

цій точці вибір шляху залежить від флуктуацій - випадкових подій (вплив глобалізації сільського господарства, транснаціональних компаній та ін.) - і тому принципово непередбачений. У цій точці незначні по енергії імпульси призводять до вибору шляху, який потім дуже важко змінити (далеко від точки біфуркації це вимагає великих затрат енергії). «Коли система, еволюціонуючи, досягає точки біфуркації, - зазначає Пригожин, - детерміністичний опис стає непридатним. Флуктуація змушує систему вибрати ту гілку, на якій буде відбуватися подальша еволюція системи» [6, с. 236-238].

Пригожин І. в своїй роботі «Порядок із хаосу: «Новий діалог людини з природою» (в співавторстві з І. Стенгерс) говорить про зміну картини світу, яка сьогодні включає в себе нестійкість, сенс законів природи змінюється, так як тепер вони висловлюють можливості або ймовірності. «Говорячи так, ми виступаємо проти однієї з фундаментальних традицій західної думки - віри в визначеність» [6, с. 11.]. Таким чином, сучасне сільське господарство знаходиться перед вибором свого подальшого шляху, але як здійснити цей вибір, яким він має стати? Вибір, що проходить в точці біфуркації, завжди здійснюється за допомогою боротьби ідеалів (захід або схід), боротьба за перетворення. У своєму технологічному розвитку сільське господарство прийшло до точки «сингулярності». Коли в один тугий вузол спілітаються безліч кризових процесів (економічний, екологічний, соціальний). Можна сказати, що сингулярність історії пов'язана з системною кризою. На даний момент згідно синергетичного підходу ми знаходимося в точці біфуркації.

Висновки. Таким чином, подальший розвиток сільського господарства залежить від вибору свого напрямку. Вибір, що проходить в точки біфуркації, завжди здійснюється за допомогою боротьби ідеалів. Відмінність цього відбору від біологічного полягає в тому, що там (в органічній природі) йде боротьба за існування, а в сільському господарстві - боротьба за продовольчу безпеку.

Подальший розвиток біологічної фізики дозволить гармонізувати відносини між людиною та природою.

Література.

1. Агроекологія : навчальний посібник / О.Ф. Смаглій. А.Т. Кардашов, П.В. Литвак [та ін.]. – К.: Вища освіта, 2006. – 671 с.
2. Вернадский В.И. Биосфера / В.И. Вернадский. - Л.: Научн. хим.- техн. изд-во, 1926. - 148 с.
3. Гумилев Л.Н. Энтогенез и биосфера Земли / Л.Н. Гумилев - М.: Рольф, 2001. - 620 с.
4. Одум Г. Энергетический базис человека и природы: пер. с англ. / Под ред. Огурцова. – М.: Прогресс, 1978. – 380 с.

5. Руденко М.Д. Енергія прогресую / М.Д. Руденко. – Київ: Наукова думка. 1998. – 527 с.
6. Пригожин И.Н. Порядок из хаоса / И.Н. Пригожин, И. Стенгерс. - М. :Наука, 1986. - 304 с.
7. Сонько С.П. Ноосферна динаміка просторових соціально-економічних систем / С.П. Сонько // Ландшафт і сучасність. - Вінниця, 2000.- 257 с.
8. Тарханов О.В. Теоретическая экономия (тупик классового подхода) / О.В. Тарханов. – М.: ЗАО Издательство «Экономика», 2003. – 350 с.

БИОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Вороновская Е.В.

***Аннотация* - в статье рассмотрены биофизические основы развития сельскохозяйственной деятельности.**

BIOPHYSICAL PRINCIPLES OF AGRICULTURAL ACTIVITIES

E. Voronovskaya

Summary

The article examines the biophysical basis of the evolution of agricultural activity.



СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ СПЕЧЕНИХ ЗАГОТОВОК КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ СРІБЛА

Радько І. П., к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Тел. (044) 527-87-36

Анотація - представлені результати досліджень визначення структурної схеми керування кінетикою утворення фізико-механічних властивостей відновлення зношених поверхонь контакт-деталей електричних апаратів.

Ключові слова - контакти, електричні апарати, електрична ерозія, електрична дуга, композиційні матеріали, плазма, мікроструктура.

Постановка проблеми. Дослідити механізм і кінетику процесів порошкової металургії і структуроутворення, яке впливає на формування властивостей електроконтактних матеріалів.

Аналіз останніх досліджень. Методи, що застосовувалися раніше для аналізу структурних особливостей спечених заготовок контакт-деталей комутаційних матеріалів, їх властивостей та технології відновлення не враховували особливостей формування і будови плазмових покриттів.

Формулювання мети статті. Визначити етапи структуроутворення робочих поверхонь контактів змінного струму в залежності від природи матеріалу, розмірів частинок, їх об'ємної кількості і міцності поверхні та сили струму.

Основна частина. Методи мікроскопії дозволяють значно розширити уяву про механізм і кінетику ряду процесів порошкової металургії і структуроутворення, яке суттєво впливає на формування властивостей електроконтактних матеріалів.

Мікроструктурний аналіз матеріалів на основі Ag з оксидними домішками дозволяє виявити загальну картину розподілу зміцнюючих добавок у матриці. Частинки оксидів, які введені в срібну матрицю внутрішнім окисленням, розподілені відносно рівномірно, у вигляді точкових включень.

Мікроструктура зразків матеріалу при введенні різних оксидів

подібна: вирізняється матриця зернистої будови світлого тону, зерна відтінені другою фазою, яка залягає між їх межами.

Дослідження показали, що із збільшенням оксидів у матриці, з'являються окремі їх скупчення, розміри проміжків між зернами зростають, частинки срібла майже повністю ними оточені.

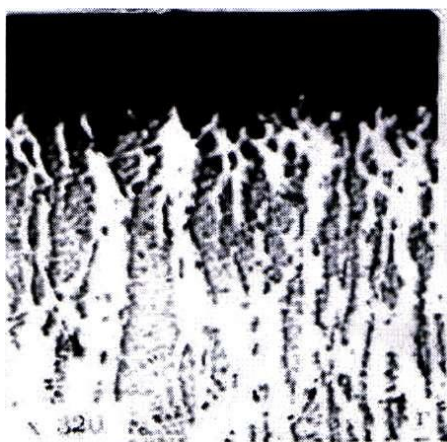
Структура руйнування поверхні композиційних матеріалів тісно пов'язана з їх природою і залежить від розміру частинок, їх об'ємної кількості і міцності поверхні розділу.

Кінцева структура слабкострумових електричних контактів формується шляхом диспергування структурних складових і виникнення анізотропності матеріалу в результаті направленої деформації з одночасним утворенням субструктури. Формування анізотропної гетерофазної структури у багатоскладових композиціях, спрямований розподіл у структурі теплопровідності і електропровідності компонентів приводять до високих значень електро- і теплопровідності матеріалу в цілому, що надає йому високу електроерозійну стійкість.

Композиційні матеріали, зміцнені оксидами, тугоплавким матеріалом, потребують 5-10 разової прокатки з проміжним відпалюванням протягом години при температурі 600 °С в повітрі. Процеси пластичної деформації остаточно формують структуру електроконтактного матеріалу.

Введення нерозчинних фаз сприяють інтенсивному подрібненню зерен срібної матриці. Частинки нерозчинних компонентів також подрібнюються (диспергуються) і вибудовуються вздовж деформованих зерен срібла, зберігаючи орієнтацію в напрямку деформації. Ланцюги оксидів матриці витягуються під дією деформуючих сил при зміні форми зерна.

Фази, частинки яких витягнулися паралельно напрямку прокатки дроту, забезпечують анізотропність фізичних характеристик.



х 320

Рис.1. Мікроструктура рухомого контакту із матеріалу СрН-10 електромагнітного пускача ПМЛ-1100А після 100000 комутацій.

У міру наближення до робочої поверхні розміри зерен срібної та нікелевої фази збільшуються внаслідок термічної дії дуги. На робочій поверхні контакту зменшується кількість срібла за рахунок значно нижчої ніж у нікелю температури випаровування (рис. 1).

У тих місцях матеріалу, де було срібло й скупчення зерен тугоплавкої складової нікелю, з'являються дрібні пори і раковини. Глибина шару в якому відбуваються мікроструктурні зміни досягає 0,05-0,08 мм. Як на контактній поверхні безпосередньо, так і на глибині до 0,05 мм нікель окислюється.

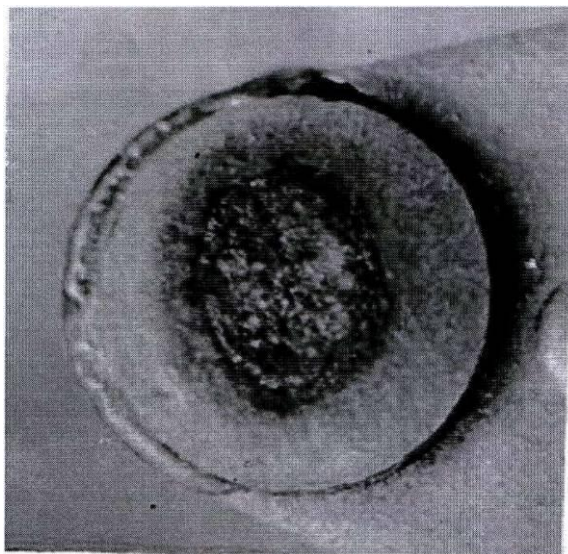
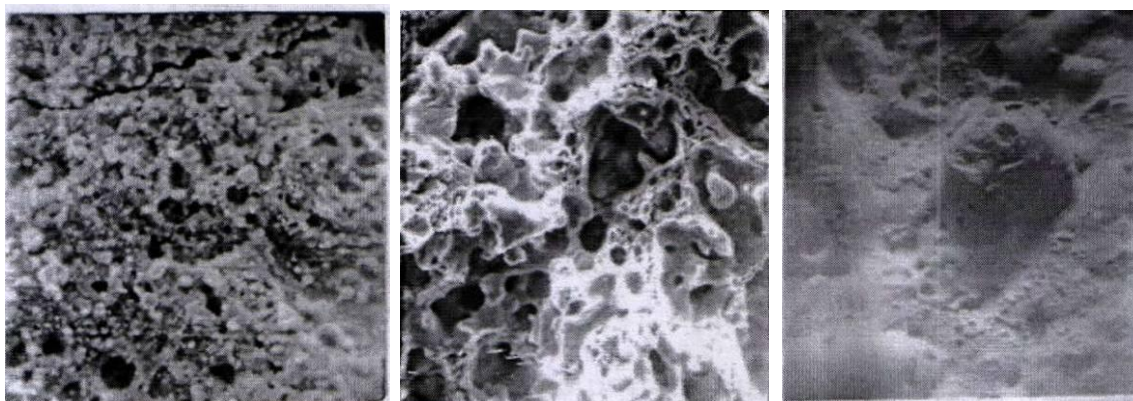


Рис. 2. Зовнішній вигляд рухомого контакту із матеріалу CrNi-10 електромагнітного пускача ПМЛ-1100А після 100000 комутацій.

Під час роботи електричного контакту відбувається плавлення та інтенсивне випаровування легкоплавкої складової - срібла з робочої поверхні катоду, внаслідок чого формується дискретна, шорстка поверхня (рис.2). Ступінь шорсткості залежить від сили струму та числа комутацій. На ерозійній поверхні з'явилися крупні виступи, а в заглибленнях структури світлі включення, які за даними рентгеноспектрального аналізу являють собою срібло. Хімічний аналіз приповерхневого шару показав, що кількість нікелю на робочій поверхні значно збільшується (від 10 до 20-25 %), що свідчить про першочерговість випаровувань срібла із поверхні контакту в процесі комутації електричного струму.

Детальне дослідження робочої поверхні контактів дозволило встановити, що внаслідок дії дуги плавиться не тільки легкоплавка композиція - срібло, але також і зерна нікелю (рис.3а), що підтверджується наявністю характерних ступенів затвердіння по краях нікелевих зерен (рис.3б). Загуслі зерна нікелю мають форму конуса, що є типовим для мостикового переносу (рис.3в). На вершинах деяких нікелевих зерен утворюються ділянки в'язкого відриву, що свідчить про

руйнування матеріалу після злипання контактів.



а)х85

б)х300

в)х400

Рис.3. Електронно-мікроскопічні знімки поверхні контактів СrН-10 після 100000 комутацій.

Отримані результати дають змогу стверджувати, що контактування в останній момент здійснюється на точках тугоплавкої складової, яка і визначає здатність матеріалу до зварювання.

Висновки. Структура руйнування поверхні композиційних матеріалів тісно пов'язана з природою компонентів матеріалів. Оптимальна структура матеріалу розривних контактів повинна відповідати типу матричних структур – електропровідна матриця на основі срібла з ізольованими частинками оксидів і тугоплавких металів.

Відсутність взаємодії інгредієнтів з срібною матрицею дозволяє використовувати властивості кожного з них для підвищення електроерозійної стійкості контактів. Тому електрична дуга переміщується з одного окремо розташованого тугоплавкого включення оксиду олова на інше, внаслідок чого відбувається дисипація енергії дуги і зменшується кількість теплової енергії, яка поглинається матеріалом контактів.

Література

1. *Мастеров В.А.* Серебро, сплавы и биметаллы на его основе. Справочник / *В.А. Мастеров, Ю.В. Саксонов.* – М.,1979. – 295 с.
2. Державні санітарні правила та норми України. № 2.2.7. 029-99. – Додаток 2, п.22.
3. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
4. Программа организации Объединенных Наций по окружающей среде. Доклад Совета управляющих Глобального форума по окружающей среде на уровне министров о работе его двадцать пятой сессии (Найроби, 16-20 февраля 2009 года).

5. *Афонин М.П.* Классификация материалов для электрических контактов низковольтной коммутационной аппаратуры и области их применения в электротехнике. – Электрические контакты и электроды / *М.П. Афонин, М.Н. Овчинникова* // Труды Института материаловедения им. И. Н. Францевича НАН Украины. – Киев, 2006. - С. 153-160.

6. <http://www.inmet.gliwice.pl>.

7. Патент України на корисну модель №18931 від 15.11.2006 р. Спечений матеріал для електричних контакт-деталей.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СПЕЧЕННЫХ ЗАГОТОВОК КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СЕРЕБРА

Радько И.П.

Аннотация - представлены результаты исследований определения структурной схемы управления кинетикой образования физико-механических свойств обновления отработанных поверхностей контакт-деталей электрических аппаратов.

STRUCTURAL FEATURES OF THE SINTERED PURVEYANCES CONTACT- DETAILS OF COMPOSITION MATERIALS ON BASIS OF SILVER

I. Radko

Summary

The presented results of studies determination the block diagram domain of formation kinetics physical and mechanical properties the restoration of worn surfaces the contact details of electrical apparatus.



ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ МОБІЛЬНИХ ҐРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТІВ

Артёмов М.П., к.т.н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка

Тел. (057) 700-38-93

Анотація - проведено визначення оптимальних параметрів агрегату для забезпечення функціональної стабільності мобільних ґрунтообробних сільськогосподарських машин за допомогою розробленого методу парціальних прискорень.

Ключові слова - парціальні прискорення, мобільний ґрунтообробний агрегат, вимірювальний комплекс.

Постановка проблеми. Режими роботи ґрунтообробного агрегату, як механічної системи, залежать від багатьох взаємопов'язаних параметрів. Тому завдання певного режиму роботи зводиться до вибору раціональних початкових параметрів. Встановлення їх є початковим етапом підготовки агрегату до виконання агротехнічних операцій. Все різноманіття технологічних вимог, що пред'являються до машинно-тракторних агрегатів (МТА) можна виразити наступними узагальненими показниками: продуктивністю і агротехнічною якістю виконаної операції при низькій питомій собівартості робіт.

На сучасному етапі землеробства найбільш ефективним для обробки ґрунту, вважається використання агрегатів, до складу яких входять енергонасичені трактори та комбіновані ґрунтообробні машини з великою шириною захвату. В процесі використання таких мобільних ґрунтообробних агрегатів зростає швидкість руху, енергонасиченість вузлів і динамічні навантаження на робочі органи. Використання в землеробстві таких машинно-тракторних агрегатів (МТА) вимагає поглиблених досліджень щодо впливу різноманітних факторів на динаміку комбінованого ґрунтообробного машинно-тракторного агрегату.

Аналіз останніх досліджень. В процесі роботи сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів (МТА) на енергетичну і технологічну частину діють сили, які постійно змінюються і пов'язані з

переміщеннями, чи з швидкостями точок, де були прикладені ці сили.

Від зовнішніх збурюючих чинників і технічного стану сільськогосподарських агрегатів та енергетичного засобу у більшості випадків відбувається зміна динамічних навантажень.

Для розрахунку сил, що діють на механічну систему, часто застосовувався дослідниками принцип Германа-Д'Аламбера-Ейлера[1], відомого у механіці як принцип кінетостатики, або принцип квазістатичної рівноваги.

Представлені раніше дослідниками засоби експериментальних досліджень руху МТА і теоретичні методи дозволили отримати інформацію щодо поведінки агрегату, його функціонування під час виконання технологічних операцій в нормальних умовах експлуатації. Вирішенню задач динаміки сільськогосподарських агрегатів приділили багато уваги Василенко П.М., Погорілий Л.В., Заїка П.М. Кутьков Г.М., Рославцев А.В., Надикто В.Т., Гячев Л.В. [2,3,4,5] та ін. Кожен з них вирішував окрему задачу динаміки, а в цілому було зроблено великий вклад в теоретичне обґрунтування комплектації та ефективної роботи агрегатів. Було розроблено і запропоновано для розгляду динамічні моделі МТА, що забезпечили вирішення багатьох задач, пов'язаних з впливом окремих елементів агрегату на показники його руху.

Кожна окрема задача, що розв'язується, повинна бути органічною складовою всієї наукової проблеми, яка комплексно охоплює теорію всього технологічного процесу.

Згідно В.П. Горячкіну, в механічному обробітку ґрунту, як у довільному технологічному процесі обробки, необхідно враховувати основні три елементи: джерело енергії, машину (знаряддя) і матеріал, який обробляється – ґрунт. Ґрунт, як матеріал, має певні технологічні властивості, до яких відносять: міцність, фрикційні властивості, липкість, пластичність, пружність і крихкість. Знання цих властивостей ґрунту дозволяє знайти шляхи і методи зменшення енергоємності його механічного обробітку і більш ефективного використання ґрунтообробних агрегатів. Усі властивості ґрунту, за винятком його механічного складу, схильні до значних змін, які обумовлені погодними умовами, зміною культур сівозміни, внесенням у ґрунт мінеральних і органічних добрив, а також видом обробітку ґрунту. Несталість властивостей ґрунту в межах оброблюваного поля негативно позначається на роботі трактора, усталеності ходу ґрунтообробної машини і якості виконання агротехнічних операцій.

На сучасному етапі досліджень все більше уваги звертається на необхідність встановлення співвідношень між діючими на МТА силами, з одного боку, їх масою, швидкостями і режимами роботи – з іншого [4]. Як з'ясується всі дослідження проводяться заради того, щоб знайти оптимальне співвідношення між механічними параметра-

ми машин в агрегаті та швидкісними режимами роботи.

Формулювання мети статті. У роботі запропоновано звернути особливу увагу на розрахунок і взаємодію складових МТА, зважаючи на те, що зв'язок між ними здійснюється через ґрунт.

Вирішення проблеми використання мобільних сільськогосподарських агрегатів у процесі їх експлуатації необхідно розглядати через:

- розробку простих і доступних методів, що дозволяють в процесі експлуатації підвищити реалізацію експлуатаційних властивостей МТА, вести контроль за ефективністю витрат палива та енергії безпосередньо під час виконання МТА технологічних операцій;

- розвитку методів аналітичного розрахунку і прогнозування закономірностей формування оціночних показників ефективності функціонування, як в цілому МТА, так і його складових елементів.

Основна частина. Динамічні властивості виявляються під час розгону, або гальмування МТА і у випадках, коли ґрунтообробний агрегат рухається на прямолінійній ділянці, або виконує маневр згідно агротехнічних вимог. Причиною широкого варіювання тягового зусилля та сил опору є також різна щільність ґрунту (особливо сухого, який має тріщини). Різниця в щільності ґрунту в різних точках поля спричинена впливом на нього у вологому стані рушіїв тракторів і машин при їхньому переміщенні полем під час сівби, доглядом за посівами, збиранням і транспортуванням урожаю. З досвіду виходить, що короточасні максимальні значення тягового опору корпусу плуга перевищують його середні значення приблизно у 2 рази.

Рух ґрунтообробного машинно-тракторного агрегату, як механічної системи, є визначеним, якщо відомі сили, що на нього впливають і початкові умови руху. Однак між тим в реальних умовах поряд з основними факторами завжди існують додаткові випадкові збурюючі сили, які виводять систему із стану усталеного руху. Існують два різновиди сталого руху механічних систем (до яких ми відносимо сільськогосподарські МТА). У першому з них початкові збурення у продовж певного часу асимптотично зменшуються до нуля і зникають; у цьому випадку рух МТА є асимптотично сталим. У другому випадку збурення, залишаючись малим, повністю не зникає, така сталість визначається, як не асимптотична [5].

Існуючі методи розрахунку не дозволяють з необхідною точністю визначити оптимальні параметри використання мобільних сільськогосподарських агрегатів. Проблема обґрунтування оптимальних режимів роботи і параметрів машинно-тракторних агрегатів має велике значення. Різноманіття ґрунтів і велика кількість інших факторів ускладнюють вирішення цієї задачі. Задовольнити високі вимоги агротехніки можливо тільки ретельно проаналізувавши режими руху мобільних сільськогосподарських агрегатів. Від обраного режиму ру-

ху, способу керування залежить тривалість перехідного процесу і всього терміну виконання операції, що позначається на продуктивності і урожайності сільськогосподарської культури.

Особливі труднощі при проведенні випробувань сільськогосподарської техніки виникають з вимірюваннями таких параметрів, як тягове зусилля, швидкість руху, зусилля на крюку, потужність двигуна і тягового ККД. Також певний інтерес в процесі руху мобільних агрегатів викликають лінійна та кутова швидкості, сили опору руху та ін..

Метод парціальних прискорень, що пропонується, побудований на зворотному переході від векторної суми у просторі сил до векторної суми у просторі прискорень. В основі метода лежить принцип суперпозиції в механіці. Якщо принцип Д'Аламбера зручно використовувати в теоретичних дослідженнях, то метод парціальних прискорень – в процесі проведення експериментальних досліджень та подальшій обробці їх результатів і узагальнень [8].

Парціальне (від старо латинської *partialis* – частковий), тобто прискорення, яке мала б машина під дією однієї сили, яка прикладена в цей час до неї за відсутності всіх інших сил. Загальне прискорення мобільної машини дорівнює сумі прискорень, які вона отримує від дії усіх сил, що виводять її з одного стану рівноваги до іншого. Прискорення, яке отримує машина від дії сил, означає початок перехідного процесу і є показником динамічних властивостей.

За допомогою вимірювального комплексу в процесі випробувань отримано експериментальні значення прискорення МТА (рис.1).

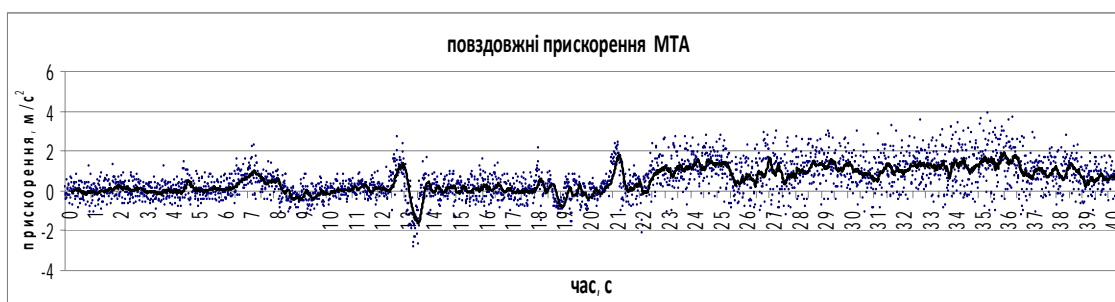


Рис.1. Графік зміни прискорення при роботі машинно-тракторного агрегату.

Алгоритм розрахунку потужності двигуна мобільної машини під час її руху без попереднього визначення параметрів при вибігу (рух накатом). Деякі необхідні параметри вимірюються в процесі вибігу, а частину з необхідних для розрахунку необхідно вводити в процесі руху за рахунок установки додаткових датчиків. Відзначених проблем можна уникнути у випадку, коли прийняти допущення що, з малим інтервалом часу Δt і невеликій кількості інтервалів часу, потужність, що розвивається двигуном, залишається постійною $N_e \approx const$. Необхідна потуж-

ність (N_e) на подолання сил опору та забезпечення виходу на усталений режим і роботу в цьому режимі, є результативною величиною $N_e = f(N_T)$ та є можливість її записати у вигляді

$$N_e = N_T + \sum N_0, \tag{1}$$

де N_T - тягова потужність кВт;

$\sum N_0$ - сума втрат потужності на подолання різноманітних опорів, кВт.

Для розрахунку динамічних показників необхідно звернути увагу на показники, що змінюються як функція від швидкості, а зміна швидкості (рис.2) є реакція механічної системи на дію внутрішніх і зовнішніх сил і моментів.

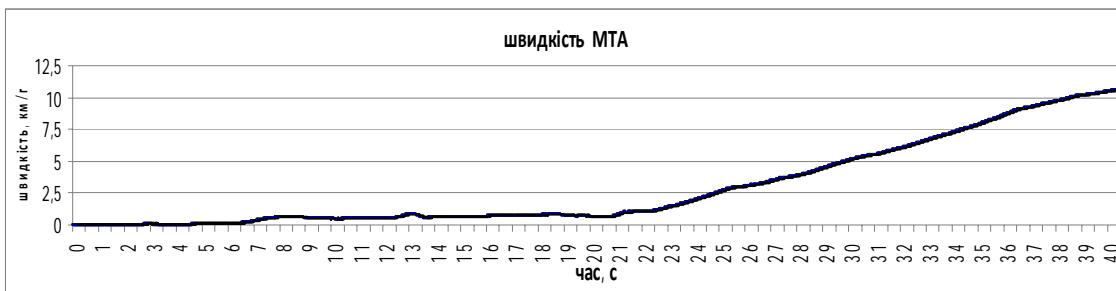


Рис. 2. Графік зміни швидкості в процесі виходу МТА в усталений режим.

Вираз за допомогою якого можливо визначити потужність запишемо у вигляді

$$N_e = \frac{M_{TP}^{CT}}{r_D} V_T + k_1 V_T^2 + \frac{J_{PP}}{r_D^2} \dot{V}_T V_T + m g f + m_T \dot{V}_T V_T + F(V_T) V_T, \tag{2}$$

де $\frac{M_{TP}^{CT}}{r_D} V_T$ - потужність приведена до осі ведучого колеса;

$k_1 V_T^2$ - втрати потужності у гідравлічному приводі;

$\frac{J_{PP}}{r_D^2} \dot{V}_T V_T$ - приведений момент інерції;

$m_T g f$ - сила опору на переміщення мобільного агрегату;

$m_T \dot{V}_T V_T$ - потужність необхідна на переміщення мобільної машини;

$F(V_T) V_T$ - сила опору сільськогосподарського знаряддя, функція від швидкості.

Проведемо перегрупування та необхідні перетворення

$$N_e = \left(\frac{M_{TP}^{CT}}{r_D} + m_T g f \right) V_T + \dot{V}_T V_T m_T \left(1 + \frac{J_{PP}}{r_D^2} \right) + k_1 V_T^2 + F(V_T) V_T. \quad (3)$$

Для визначення навантажень, які діють в процесі роботи мобільного сільськогосподарського агрегату, складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} N_e = A_1 V_{T1} + A_2 \dot{V}_{T1} V_{T1} + A_3 V_{T1}^2 + F(V_{T1}) V_{T1} \\ N_e = A_1 V_{T2} + A_2 \dot{V}_{T2} V_{T2} + A_3 V_{T2}^2 + F(V_{T2}) V_{T2} . \\ N_e = A_1 V_{T3} + A_2 \dot{V}_{T3} V_{T3} + A_3 V_{T3}^2 + F(V_{T3}) V_{T3} \end{cases} \quad (4)$$

Визначення коефіцієнтів $A_1; A_2; A_3$; під час експлуатації мобільного енергетичного засобу і збереження їх у пам'яті бортового комп'ютера дозволить надати оцінку технічному стану і надати рекомендації стосовно технічного обслуговування і ремонту.

$$\left(\frac{M_{TP}^{CT}}{r_D} + m_T g f \right) - A_1; \quad m_T \left(1 + \frac{J_{PP}}{m_T r_D^2} \right) - A_2; \quad k_1 - A_3.$$

Вирішуючи системи лінійних алгебраїчних рівнянь стосовно до невідомих $N_e; A_1; A_2; A_3$;, отримаємо необхідний результат. Вказані коефіцієнти визначаються залежностями

$$A_1 = \left(\frac{M_{TP}^{CT}}{r_D} + m_T g f \right) - \text{приведена статична сила опору обертанню}$$

коліс;

$$A_2 = m_T \left(1 + \frac{J_{PP}}{m_T r_D^2} \right) - \text{приведена маса трактора};$$

$$A_3 = k_1 - \text{приведений показник в'язкого тертя в трансмісії}.$$

Для складання і вирішення системи рівнянь (3) розмір кроку розрахунку часу Δt і інтервалу часу $[t_0; 3\Delta t]$ обирається з умов забезпечення необхідної точності розрахунку.

Проведемо перетворення, розділивши обидві частини рівняння на N_e , та запишемо рівняння балансу

$$\begin{cases} A_1 V_{T1} + A_2 \dot{V}_{T1} V_{T1} + A_3 V_{T1}^2 + F(V_{T1}) V_{T1} - 1 = 0 \\ A_1 V_{T2} + A_2 \dot{V}_{T2} V_{T2} + A_3 V_{T2}^2 + F(V_{T2}) V_{T2} - 1 = 0 . \\ A_1 V_{T3} + A_2 \dot{V}_{T3} V_{T3} + A_3 V_{T3}^2 + F(V_{T3}) V_{T3} - 1 = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Скористаємось методом Гауса і проведемо перетворення для розрахунку параметрів машинно-тракторного агрегату.

Такий розрахунок дає можливість визначити основні показники динамічних навантажень у випадках, якщо відомі сили опору сільськогосподарського знаряддя $F(V_T)$ в залежності від швидкості.

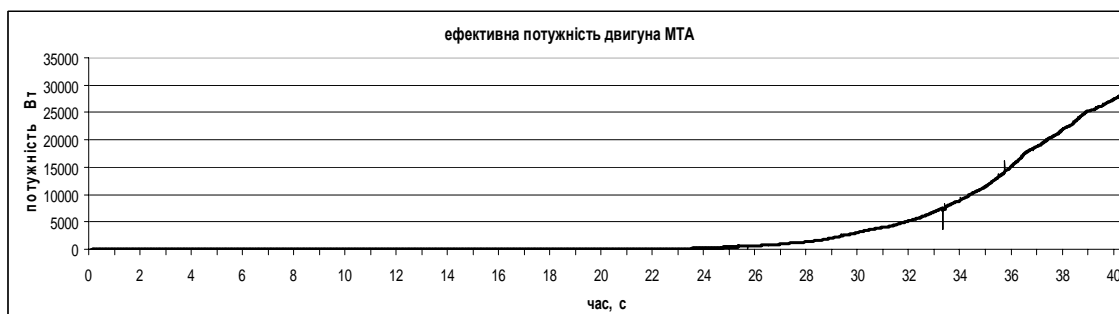


Рис.3. Графік необхідної потужності двигуна на переміщення агрегату.

Для проведення розрахунків необхідно ідентифікувати хоча б один з визначених коефіцієнтів $A_1; A_2; A_3$.

У статті наведені графіки побудовані на основі експериментальних даних роботи МТА у складі трактора ЮМЗ-6КЛ та культиватора КПС-4.

Висновки. Динамічні властивості МТА інтенсивно проявляються під час перехідних процесів: зміни швидкості руху, зміни сили опору сільськогосподарського знаряддя, потужності, яку розвиває двигун, і в залежності від цього відбувається зміна ефективності роботи. Оцінку технічного стану МТА і можливості його подальшого використання можна надати за двома показниками, що впливають на функціональну стабільність: інтенсивністю зміни швидкості, зміною ефективної потужності двигуна, яка використовується на переміщення агрегату.

Література

1. *Тарг С.М.* Краткий курс теоретической механики / *С.М. Тарг.* – М.: Наука, 1968. – 480 с.
2. *Горячкин В.П.* Собрание сочинений. Т.2. / *В.П. Горячкин* – М.: Колос, 1968. – 240с.
3. *Василенко П.М.* Универсальные математические модели функционирования машинных агрегатов и их применение / *П.М. Василенко.* – К.: Изд-во УСХА, 1990. – 14с.
4. *Надикто В.Т.* Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві : навчальний посібник / *В.Т. Надикто, М.Л. Крижачківський, В.М. Кюрчев, С.Л. Абдула.* - Мелітополь. 2005. – 338с.

5. *Заїка П.М.* Теорія сільськогосподарських машин Т.1, Частина 1./ *П.М.Заїка* – Харків. Вид-во Око, 2001. – 444с.
6. *Гячев Л.В.* Устойчивость движения сельскохозяйственных машин и агрегатов / *Л.В.Гячев* – М.: Машиностроение, 1981. – 206 с.
7. *Завалишин Ф.С., Мацнев М.Г.* Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства / *Ф.С.Завалишин, М.Г.Мацнев* – М.: Колос, 1982. – 231с.
8. *Артемов Н.П.* Метод парциальных ускорений при исследовании динамики мобильных машин / *Н.П.Артемов, А.Т.Лебедев, О.П.Алексеев, В.П.Волков, М.А. Подригало, А.С.Полянский* // Тракторы и сельхозмашины, 2011. - №1. – с.16 – 18.
9. Пат. 54188 МПК (2009) G01L5/13. Спосіб визначення та обмеження динамічних навантажень при роботі тракторного агрегату: Пат. Україна МПК (2009) G01L5/13. *А.Т. Лебедев, М.А. Подригало, О.С. Полянський, М.П. Артемов, Є.О. Дубінін, О.Г. Хворост, В.В. Задорожня, О.В. Кот.* – № 201006298; заявл. 25.05.2010; Опубл. 25.10.2010; Бюл. № 20.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ МОБИЛЬНЫХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

Артемов Н.П.

Аннотация – в работе проведен расчет оптимальных параметров агрегата для обеспечения функциональной стабильности мобильных почвообрабатывающих сельскохозяйственных машин с помощью разработанного метода парциальных ускорений

DETERMINING OPTIMAL PARAMETERS FOR PROVIDING FUNCTIONAL STABILITY OF MOBILE TILLAGE UNITS

N. Artiomov

Summary

It has been calculated optimal parameters of a unit for providing functional stability of mobile tillage machines by means of the developed partial acceleration method.



ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКЛ-ПОЛІВ ПРИ ВІДБИТТІ КОГЕРЕНТНОГО СВІТЛА ВІД ШОРСТКОЇ ПОВЕРХНІ МЕТОДАМИ СТАТИСТИЧНОЇ ОПТИКИ

Морозов М.В., к.ф.-м.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-32-44

Анотація – розглянуто математичне комп’ютерне моделювання утворення спекл - структури при відбиванні когерентного світла від шорсткої поверхні, отримані гістограми відносних частот для амплітуди та інтенсивності спекла для різних законів розподілу фаз вторинних когерентних джерел.

Ключові слова – спекл-поле, відбиття когерентного світла, шорстка поверхня, нормальний закон розподілу.

Постановка проблеми. Методи оптики спеклів знаходять все більше широке застосування для вимірювання параметрів вібрацій, деформацій, форми шорсткої поверхні та т.п. [1,2]. Тому актуальні дослідження параметрів спекл-полів при відбитті когерентного лазерного випромінювання від шорсткої поверхні.

Аналіз останніх досліджень. В роботі [3] розглянуто застосування метода Монте-Карло моделювання випадкових процесів для випадку рівномірного розподілу фаз вторинних сферичних хвиль. Отримано гістограми відносних частот для амплітуди та інтенсивності окремого спекла.

Формулювання мети статті. Представляє значний інтерес моделювання процесу утворення спекл-структури у фокальній площині лінзи при нормальному розподілу фаз фазорів і отримання відповідних гістограм частот для параметрів спеклів.

Основна частина. Спекл - структура утворюється при відбитті когерентного світла від шорсткої поверхні або при розсіюванні фазовими неоднорідними екранами. У обох випадках в першому наближенні модель утворення спекл-поля наступна: у просторі реєстрації відбувається інтерференція N вторинних сферичних когерентних хвиль з випадковим розподілом фаз [3,4]. Тоді у скалярному наближенні амплітуда a випадкового спекл-поля у просторі реєстрації ви-

значається результатом інтерференції вторинних хвиль – фазорів у термінах статистичної оптики [3]

$$a(x, y, z) = \sum_{n=1}^N a_n \cdot e^{i(\varphi_n + 2\pi vt - \vec{k}_n \vec{r}_n)} = B + iC. \quad (1)$$

де $a_n = 1/\sqrt{N}$ – амплітуда n – тої сферичної хвилі (фазора);

$$B = \operatorname{Re} \left\{ A e^{i\phi} \right\} = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum \cos \phi_n,$$

$$C = \operatorname{Im} \left\{ A e^{i\phi} \right\} = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum \sin \phi_n - \text{відповідно дійсна та уявна}$$

частини амплітуди a спекл – поля.

Якщо густина ймовірності розподілу фаз рівномірна

$$f_1(\phi_n) = \frac{1}{2\pi} \quad \text{при } 0 \leq \phi \leq 2\pi. \quad (2)$$

теоретична густина ймовірності розподілу амплітуди спекл – структури відповідає релєївському закону

$$f_2(a) = \frac{a}{D} \cdot e^{-\frac{a^2}{2D}} = 2D e^{-a^2}, \quad (3)$$

де $D = \frac{1}{2}$ – дисперсія дійсної та уявної частини амплітуди.

Щільність ймовірності розподілу інтенсивності спеклів має показниковий (експоненціальний) закон

$$f_3(I) = f_3(a^2) = \frac{1}{\langle I \rangle} e^{-\frac{I}{\langle I \rangle}} = e^{-I}, \quad (4)$$

де $\langle I \rangle = \sigma_I^2 = 1$ - середнє значення (математичне сподівання) інтенсивності спекла.

Метою цієї роботи є дослідження спекл-структури методом статистичного моделювання (метод Монте - Карло) для нормального розподілу фаз вторинних, когерентних джерел світла. При реєстрації спекл-полів у фокальній площині лінзи у випадку наявності періодичної складової розташування фазорів (рис. 1) розподіл фаз цих фазорів буде нормальним, а не рівномірним. Густина ймовірності розподілу фаз вторинних хвиль для нормального, гауссового закону має вигляд

$$f_4(\phi_n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot e^{-\frac{(\phi - \bar{\phi})^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot e^{-\frac{\phi^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

де $\bar{\phi} = 0$ – математичне сподівання фази;

σ – середнє квадратичне відхилення.

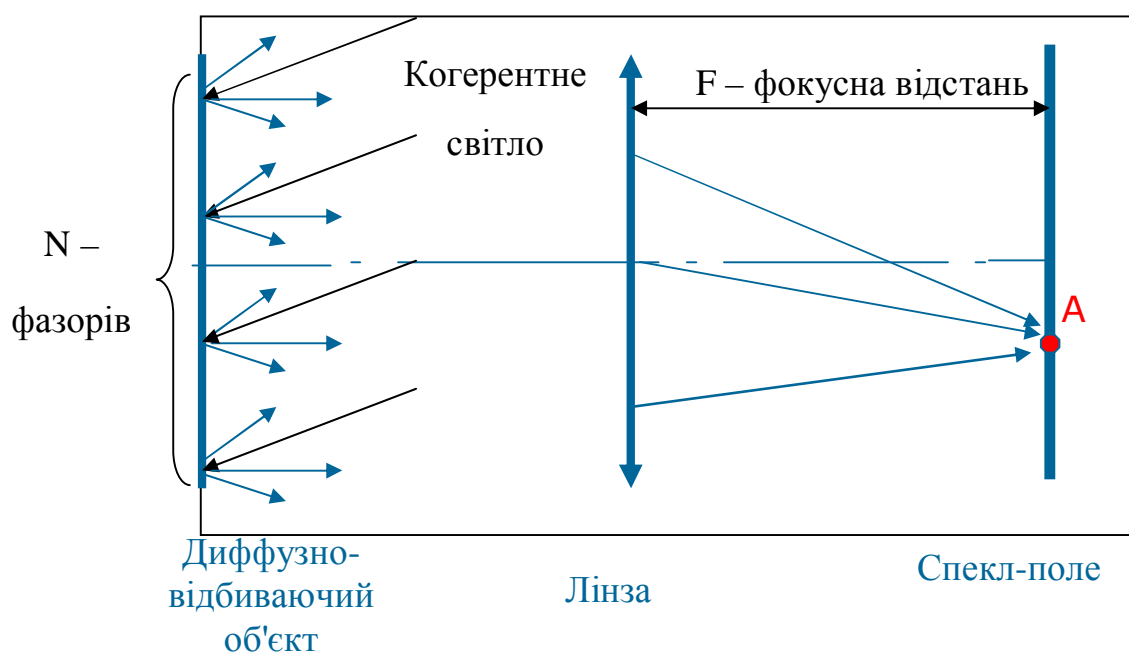
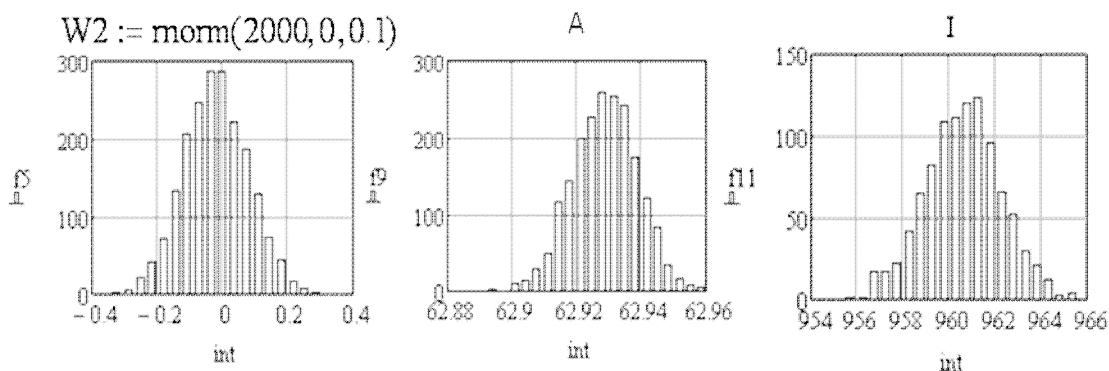


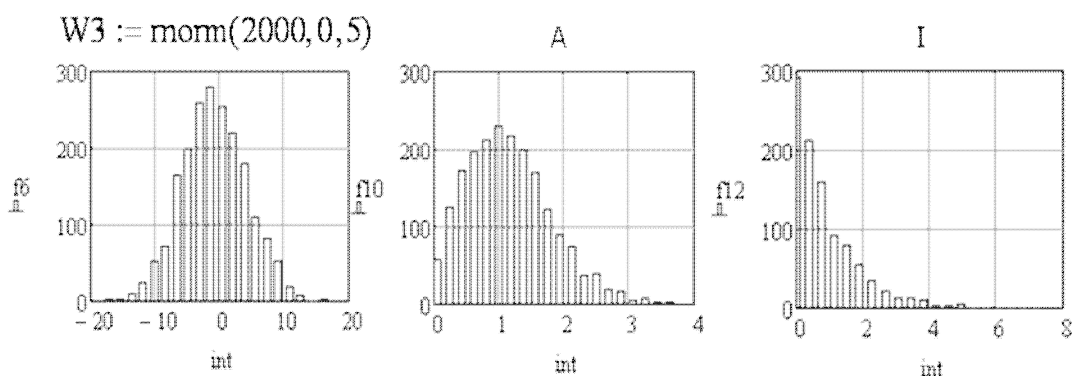
Рис. 1. Утворення спекл – структури в фокальній площині лінзи.

Для статистичного, математичного моделювання утворення спекл - структури та дослідження її параметрів використовується середовище програмування Mathcad та метод Монте–Карло моделювання випадкових процесів. Використовуються функції утворення векторів з нормальним законом розподілу фаз: $W := rnorm(N, \bar{\phi}, \sigma) := rnorm(2000, 0, \sigma)$. Розроблені алгоритм та

програма отримання гістограм частот амплітуд $f_5(a)$ та інтенсивності $f_6(I)$ спекл-полів при нормальному розподілу фаз вторинних, когерентних джерел. На рисунку 2 представлені гістограми частот для двох випадків нормального розподілу фаз: при середньому квадратичному відхиленні фази $\sigma_1 = 0.1$ (рис. 2a) та $\sigma_2 = 5$ (рис. 2b).



a) $\sigma_1 = 0.1$



b) $\sigma_2 = 5$

Рис. 2. Гістограми частот розподілу амплітуд (a) та інтенсивності (I) спеклів у випадку нормального розподілу фаз.

Треба відмітити суттєву відмінність отриманих результатів для амплітуди та інтенсивності при різних значеннях дисперсії (середнє квадратичного відхилення) нормального закону розподілу фаз: при $\sigma \ll 1$ нормальний розподіл прямує до δ -функції та результат інтерференції N когерентних хвиль відповідає інтерференції хвиль з однаковою фазою (рис.2a). При великій дисперсії ($\sigma \gg 1$) нормальний закон розподілу фаз вироджується у майже рівномірний на інтервалі $(-\pi, \pi)$ та отримуємо відповідний результат для розподілу амплітуд a (релейський закон) та інтенсивності I (показниковий закон) (рис.2b).

Висновки. Розроблений статистичний метод моделювання утворення спекл-полів при розсіюванні когерентного світла дозволяє дос-

ліджувати характеристики і параметри спекл-структури: закони розподілу щільності ймовірності для амплітуди та інтенсивності окремих спеклів у випадку нормального розподілу фаз фазорів. Отримані результати та подальші дослідження можуть бути використані для визначення параметрів шорсткості дифузно відбиваючої поверхні безконтактними методами когерентної оптики.

Література

1. Франсон М. Оптика спеклов / М. Франсон. - М.: Мир, 1980.- 171с.
2. Джоунс Р. Голографическая и спекл-интерферометрия / Р. Джоунс, К. Уайкс. – М.: Мир, 1986. - 328 с.
3. Морозов М.В. Дослідження спекл-структури методом моделювання / М.В. Морозов // Вісник Київського університету. - В.3, 2004. – С. 401– 406.
4. Гудмен Дж. Статистическая оптика / Дж. Гудмен. – М. : Мир, 1988. - 587с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКЛ-ПОЛЕЙ ПРИ ОТРАЖЕНИИ КОГЕРЕНТНОГО СВЕТА ОТ ШЕРОХОВАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДАМИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

Морозов Н.В.

Аннотация - рассмотрено математическое, компьютерное моделирование образования спекл-структуры при отражении когерентного света от шероховатой поверхности, получены гистрограммы частот для амплитуды и интенсивности спеклов для различных законов распределения фаз вторичных когерентных источников.

RESEARCH OF SPECKLE-FIELD'S IN REFLECTED COHERENT LIGHT FROM ROUGH SURFACE BY STATISTICAL OPTICS METHODS

N. Morozov

Summary

The process of speckle-structure formation for coherent light reflection from the rough surface by mathematical computer modeling methods are considered. The casual processes of receiving the separate speckle amplitude and intensity histograms of frequency's is used.



ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОАКТИВАЦІЇ МОЛЕКУЛ-РЕАГЕНТІВ РЕАКЦІЇ ГОРІННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПАЛИВНИХ УСТАНОВОК

Ковалишин Б.М., к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тел. (044) 527-86-23

Анотація – проведено обґрунтування підвищення ефективності спалювання пропану і природного газу під дією високочастотного пульсуючого нерівномірного електричного поля, проаналізовані отримані експериментальні результати.

Ключові слова - електроактивація, молекул-реагенти, енергоефективність.

Постановка проблеми. Основним визначальним і лімітуючим розвиток практично всіх галузей економіки чинником у наш час є паливно-енергетичні ресурси. Терміни вичерпання як розвіданих, так і прогнозних запасів вуглеводневих енергоносіїв складають кілька десятків років [1]. Тому підвищення ефективності енергогенеруючих установок актуальне і своєчасне. Особливо це стосується пострадянських країн, економіки яких відрізняються істотно більшою енерговитратністю порівняно з країнами Євросоюзу, США і, особливо, Японії [2]. Окрім економічного ефекту при підвищенні енергоефективності паливних установок збільшуються терміни використання традиційних вуглеводневих енергоносіїв, зменшується негативне навантаження на екологічний стан навколишнього середовища.

Аналіз останніх досліджень. Основна кількість теплової та інших видів енергії отримується при спалюванні традиційних і нетрадиційних енергоносіїв в окислювальному газовому середовищі, тому слід приділити увагу процесу горіння [1, 3]. Так як процес горіння є екзотермічною окислювально-відновною хімічною реакцією, для підвищення ефективності теплогенерації актуальною є оптимізація протікання хімічних реакцій горіння.

Формулювання мети статті. Теоретичне та експериментальне обґрунтування підвищення ефективності протікання екзотермічних реакцій горіння при спалюванні газоподібних пропану і природного

газу в повітрі в електричному полі високої напруженості.

Основна частина. Теоретичні дослідження. Основною енергетичною характеристикою палива є його теплотворна здатність (питома теплота згоряння). Теплотворна здатність палива - це кількість теплоти, що виділяється при повному згорянні 1 кг твердого чи рідкого палива, або 1 м³ газоподібного палива. Розрізняють вищу $Q_{\text{в}}^{\text{п}}$ і нижчу $Q_{\text{н}}^{\text{п}}$ теплотворні здатності палива [3]. Вища теплотворна здатність $Q_{\text{в}}^{\text{п}}$ характеризує паливо при повному його згорянні і конденсації утвореної при горінні водяної пари. Так як в реальних умовах водяна пара разом з відпрацьованими газами викидається в атмосферу, тому для теплотехнічних розрахунків використовується нижча теплотворна здатність $Q_{\text{н}}^{\text{п}}$, що не враховує теплоту конденсації водяної пари.

Оскільки процеси теплогенерування пов'язані з окислювально-відновними екзотермічними реакціями горіння, то для оптимізації їх слід розглядати з точки зору теорії хімічної кінетики.

Основним питанням сучасної теорії хімічної кінетики є залежність реакційних властивостей хімічної системи будови реагентів, їх внутрішньої енергії та атомно-молекулярного складу.

Можливість протікання хімічних реакцій між молекулами-реагентами описує основоположний в теорії активованих комплексів закон Арреніуса, відкритий ще у 1889 році [4]. Цей закон пов'язує константу швидкості реакції з енергією активації молекули ($E_{\text{А}}$) і температурою (T)

$$k = k_0 \cdot e^{-\frac{E_{\text{А}}}{RT}}, \quad (1)$$

де k_0 – передекспоненційна константа;
 R – газова стала (рівна 1,987 кал/град · моль);
 e – основа натуральних логарифмів.

У формулі (1) дію на молекулярну систему зовнішнього середовища характеризує температура, а енергетичний стан молекули – енергію активації.

Після логарифмування обох частин рівняння (1), отримаємо формулу

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E_{\text{А}}}{RT}. \quad (2)$$

Замінивши натуральні логарифми на десяткові отримаємо рівняння

$$\lg k = \lg k_0 - \frac{E_A}{4,575T}, \tag{3}$$

де число $1/4,575$ - коефіцієнт переводу натуральних логарифмів в десяткові, помножений на величину $R = 1,987$.

З рівняння (3) можна визначити енергію активації молекули по формулі

$$E_A = (\lg k_0 - \lg k) \cdot 4,575T. \tag{4}$$

З формули (4) видно, що залежність енергії активації молекул від температури має прямо пропорційний характер.

Повна енергія молекули складається з електронної, коливальної і обертальної складових. Вклад кожної складової в загальну енергію молекули наступний. Найбільший вклад в загальну енергію молекули вносять електрони. Величина коливальної енергії приблизно на порядок менша електронної складової. Також на порядок менша, ніж коливальна енергія, величина обертальної енергії [5].

Процес активації молекулярної системи полягає в переведенні електронів на більш високий енергетичний рівень.

Енергетичний стан атома (молекули) можна пояснити за допомогою енергетичної діаграми на рис. 1.

$q_e U_i$	}	Рівень іонізації
$q_e U_{з2}$ $q_e U_{зм1}$ $q_e U_{зр1}$	- - - - - - - - - - - - - - -	}	Рівні збудження
$q_e U_k$ $q_e U_1$	- . - . - . - . - - . - . - . - . - - . - . - . - . -	}	Стаціонарні рівні

Рис. 1. Енергетична діаграма молекули.

Стаціонарні енергетичні рівні на діаграмі зображені штрихпунктирними лініями, рівні збудження - штриховими. Рівень іонізації молекули зображений точковою пунктирною прямою. Ми не розглядаємо іонізовані атоми і молекули, так як вони мають інші фізико-хімічні властивості, ніж нейтральні.

Рівні збудження можуть бути резонансними або метастабільними.

На резонансних рівнях збудження $q_e U_{зр1}$ і $q_e U_{зр2}$ молекула перебуває досить нетривалий час ($\sim 10^{-8}$ с) [6]. В більшості випадків цього часу недостатньо для транспортування активованих молекул до місця

спалювання. За цей час відбувається релаксація молекул, при якій вони повертаються на стаціонарні енергетичні рівні, тобто перестають бути активованими. Тому переведення молекул на резонансні рівні збудження є неефективним з погляду заміщення частини теплової енергії активації іншим видом енергії.

Час релаксації молекул на метастабільних рівнях збудження на декілька порядків вищий ($10^{-4} \div 10^{-2}$ с і більше), ніж на резонансних рівнях [7]. Цього часу може бути достатньо для транспортування активованих молекул окислювача і відновника від місця активації до місця спалювання. Тому, для підвищення ефективності спалювання газоподібного вуглеводневого палива в повітрі, молекули-реагенти необхідно перевести на метастабільні енергетичні рівні, на яких час релаксації, співмірний або більший від часу їх транспортування від місця активації до місця спалювання.

Згідно з нашою робочою гіпотезою, для збудження молекул-реагентів, крім теплової енергії (E_{AT}), можна використовувати й інші види енергії (E_{AB}) від зовнішніх джерел. Доповнивши формулу (4) ефектом дії на молекули-реагенти іншими чинниками отримаємо

$$E_A = E_{AT} - E_{AB} = [(\lg k_0 - \lg k)4,575 T] - Wb, \quad (5)$$

де W – енергія від зовнішніх джерел;

b – коефіцієнт використання зовнішньої енергії.

З формули (5) видно, що тепла енергія активації може бути зменшена за рахунок використання інших зовнішніх джерел активації молекул.

Як джерела зовнішньої енергії для активізації молекул-реагентів можна, наприклад, використовувати ультрафіолетове опромінювання, електромагнітну дію, опромінювання потоком заряджених частинок та інші.

Активізація молекул світлом (фотозбудження) полягає у непружному зіткненні кванта світла з молекулою [8]. При певній енергії кванта електромагнітного випромінювання ініціюється перехід одного або кількох електронів молекули із стаціонарних енергетичних рівнів на рівні збудження. Енергія кванта світла E_c розраховується за формулою

$$E_c = h_o \nu, \quad (6)$$

де h_o – стала Планка ($6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с);

ν – частота електромагнітної хвилі (Гц).

Проведемо розрахунок частоти електромагнітного випромінювання для активації молекул метану, етану, пропану і кисню та занесямо результати в таблицю 1.

Таблиця 1 - Параметри електромагнітного активуючого випромінювання

Молекула	Енергія іонізації, еВ	Енергія активації			Частота світла, Гц	Довжина електромагнітної хвилі, нм
		еВ	Дж/молекула	Дж/моль		
Метан	12,6	11,91	$19,08 \cdot 10^{-19}$	$11,48 \cdot 10^5$	$2,87 \cdot 10^{15}$	104
Етан	11,5	10,87	$17,41 \cdot 10^{-19}$	$10,48 \cdot 10^5$	$2,63 \cdot 10^{15}$	114
Пропан	11,5	10,87	$17,41 \cdot 10^{-19}$	$10,48 \cdot 10^5$	$2,63 \cdot 10^{15}$	114
Кисень	15,5	14,65	$23,47 \cdot 10^{-19}$	$14,12 \cdot 10^5$	$3,54 \cdot 10^{15}$	85

Із отриманих результатів видно, що для активації молекул можна використовувати вакуумне ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвилі в межах 100 нм і менше. В нормальних умовах отримання випромінювання з такими параметрами є досить складним. Тому, з нашої точки зору, фотоактивація молекул без спеціальної підготовки параметрів оточуючого середовища недостатньо ефективна.

Найприйнятнішим способом активації молекул-реагентів реакції горіння є, з нашої точки зору, їх активація в електричному полі високої напруженості. Енергетичні параметри електричного поля повинні забезпечувати переведення молекул із стаціонарних енергетичних рівнів на метастабільні рівні збудження.

Витрати теплової енергії на активацію молекул можуть бути знижені на величину ефективної енергії активації від зовнішнього джерела і на таку ж величину може бути збільшена корисна тепла енергія при спалюванні однакової кількості палива. Це свідчить про те, що має місце підвищення теплотворної здатності палива при активації молекул-реагентів реакції горіння. З цього випливає, що застосування системи електроактивації молекул-реагентів в нерівномірному електричному полі високої напруженості підвищує енергетичну ефективність паливної установки.

Експериментальні дослідження. Для дослідження ефективності паливних установок нами вибрана електроактивація молекул-реагентів реакції горіння у високовольтному пульсуючому нерівномірному електричному полі (ВПНЕП). Відновником вибрано газоподібне вуглеводневе паливо (пропан і природний газ), окислювачем - кисень повітря.

Для проведення досліджень дії ВПНЕП на окислювач і паливо при спалюванні пропану і природного газу розроблена експериментальна установка. Функціональна схема експериментальної установки приведена на рис. 2.

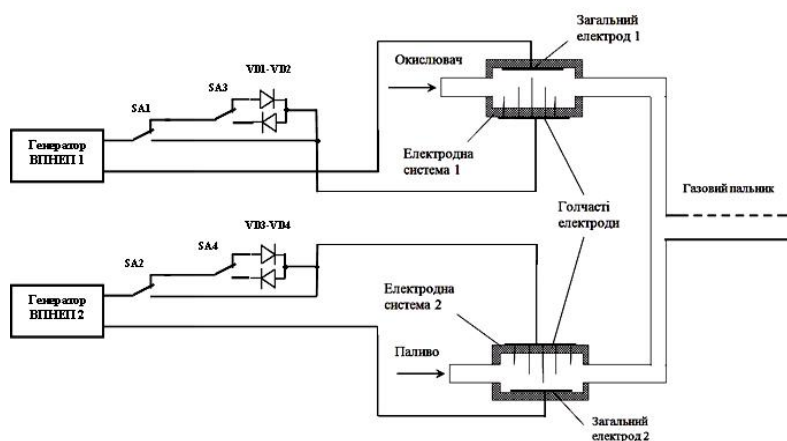


Рис. 2. Функціональна схема експериментальної установки.

Робота експериментальної установки полягає в наступному. По окремих каналах газ пропан або природний газ і повітря надходять в газовий пальник. Окислювач в електродній системі 1 і паливо в електродній системі 2 піддаються дії отриманого від генераторів ВПНЕП високовольтного пульсуючого нерівномірного електричного поля. Генератор ВПНЕП складається з генератора звукової частоти ГЗ-112 і котушки запалювання Б-117А-11. Генератори звукової частоти використовуються для генерації синусоїдних і прямокутних сигналів в діапазоні 10 Гц - 10 МГц з амплітудною напругою 5 В для синусоїдного сигналу і 10 В - для сигналу прямокутної форми. Коефіцієнти трансформації котушок запалення рівний 70. Використовуючи сигнали прямокутної форми з різкими фронтами, на виходах генераторів ВПНЕП, завдяки високій ЕРС самоіндукції, отримуємо амплітудну напругу імпульсних сигналів до 8 кВ. Осцилограми вихідних електричних сигналів генератора ВПНЕП приведені на рис. 3.

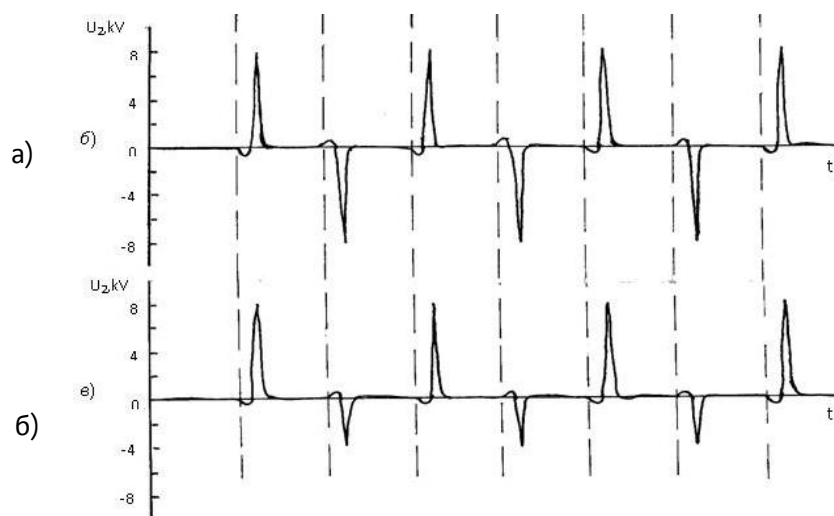


Рис. 3. Осцилограми вихідних сигналів генератора ВПНЕП без випрямлення (а) і з випрямленням (б).

Обидві електродні системи ідентичні за конструктивним виконанням і призначенням. Електродна система складається з корпусу, виготовленого з діелектричного матеріалу і має вхідні і вихідні отвори для подачі і відбору відповідної газової складової реакції горіння; виконаного у вигляді металевої пластини загального електроду; розміщених перпендикулярно до загального електроду голчастих електродів. Перемикачі SA1 - SA4 призначені для вибору режимів роботи експериментальної установки.

Дослідження впливу ВПНЕП на молекули-реагенти реакції горіння проводили при спалюванні пропану і природного газу в повітрі. Імпульси електричного поля в обох експериментах досліджувались в діапазоні частот 0-200 Гц. Ефективність дії імпульсного електричного поля різної частоти при спалюванні пропану і природного газу оцінювалася за часом нагрівання 0,7 л води від 20 до 40 °С. Повторності експериментів – трикратні.

В першому експерименті проводилося дослідження ефективності спалювання пропану в повітрі під дією на молекули-реагенти електричного поля високої напруженості. Варіанти дослідження були такими:

1. Без випрямлення високовольтного імпульсного сигналу.
2. З випрямленням – на електродну систему 1 в каналі повітря подається імпульсна переважно негативна напруга, а на електродну систему 2 в каналі пропану – імпульсна переважно позитивна напруга (- – на повітря, + - на пропан).
3. З випрямленням (+ – на повітря, + – на пропан).
4. З випрямленням (+ – на повітря, - – на пропан).
5. З випрямленням (- – на повітря, - – на пропан).
6. З випрямленням (+ – на повітря), пропан - без випрямлення.

Отримані результати оцінювались як за фактичною тривалістю часу, витраченого на нагрівання води, так і за різницею в часі між дослідними варіантами і контролем (без подачі сигналу від генератора ВПНЕП). Результати експерименту за скороченням часу нагрівання води по перерахованих варіантах спалювання пропану в повітрі приведені на рис. 4.

Отримані в першому експерименті результати свідчать про суттєве скорочення часу нагрівання води при електроактивації повітря і пропану в електричному полі високої напруженості практично у всіх варіантах. Для всіх варіантів дослідження максимума зниження часу нагрівання води відмічені при використанні імпульсів з частотою 100÷120 Гц. Найбільший позитивний ефект (зниження часу нагріву на 22,1÷19,0 %) спостерігали у вказаному діапазоні частот для варіанту з подачею на електродні системи імпульсів високої напруги без випрямлення. Розрахована для першого експерименту $HP_{0,05}=3,31$ дає підстави для висновку про суттєвість отриманих результатів.

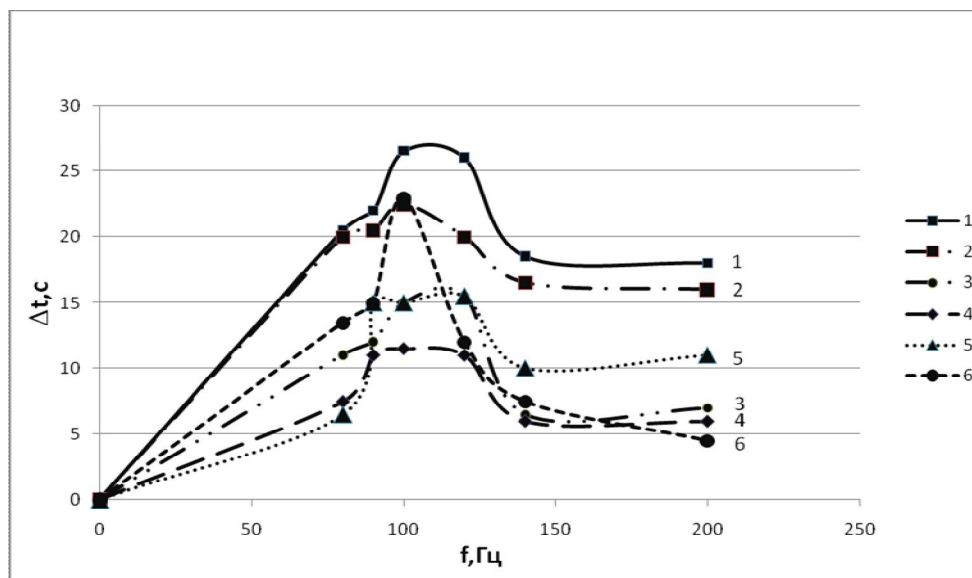


Рис. 4. Залежність зниження часу нагріву води від частоти імпульсів для різних варіантів електроактивації пропану і повітря.

Отримані в першому експерименті результати узгоджуються з даними раніше проведених досліджень ефективності спалювання пропану і повітря, активованих у високовольтному нерівномірному електричному полі [9].

В другому експерименті проводилася оцінка ефективності спалювання активованих молекул природного газу і повітря. В одному варіанті цього експерименту досліджувалася активація лише повітря, в другому варіанті – одночасна активація повітря і природного газу.

Результати експерименту за скороченням часу нагрівання води при спалюванні активованого природного газу в активованому повітрі показані на рисунку 5.

Результати другого експерименту показують, що активація високовольтною пульсуючою напругою молекул-реактивних екзотермічної реакції горіння природного газу в повітрі скорочує час нагріву води в обох варіантах дослідження. Активація повітря імпульсами з частотою 100 Гц скорочує час нагрівання води на 11,1 %. Одночасна активація пропану і повітря призводить до скорочення часу нагрівання води на 12 %. Розрахована для другого експерименту $HP_{0,05}=2,46$ свідчить про неістотність відмінностей між варіантами практично для всього досліджуваного діапазону частот ВПНЕП. Ця неістотність відмінностей пояснюється тим, що у варіанті з одночасною активацією обох компонентів реакції горіння ефективною була лише активація повітря, а внесок в загальну ефективність реакції горіння активованого природного газу був незначним. Звідси можна зробити висновок, що в другому варіанті другого експерименту параметри електричного поля не дозволили в достатній мірі провести активацію молекул природного газу, а саме метану, як основної його складової. Тому, необ-

хідно продовжити дослідження дії високовольтного пульсуючого нерівномірного електричного поля на молекули-реагенти реакції горіння природного газу (метану) в повітрі.

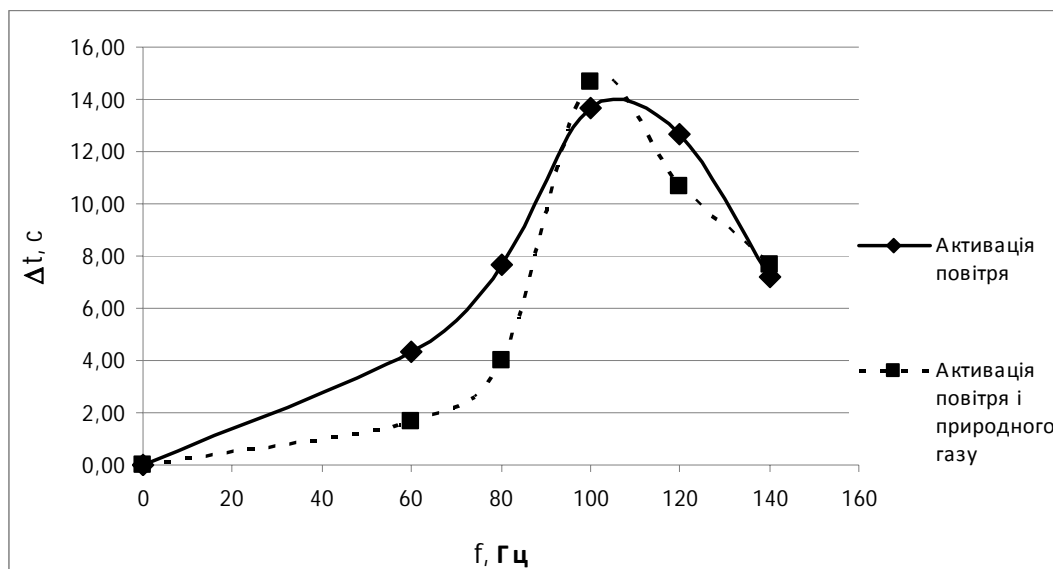


Рис. 5. Залежність величин зниження часу нагрівання води від частоти імпульсів при електроактивації пропану і повітря.

Висновки. 1. Активация молекул-реагентів реакції горіння пропану і природного газу в повітрі високовольтним пульсуючим нерівномірним електричним полем призводить до підвищення ефективності паливних установок.

2. Найбільша ефективність застосування електроактивації (до 22%) виявлена при спалюванні пропану в повітрі при частоті високовольтного пульсуючого нерівномірного електричного поля 120 Гц і активації обох компонентів реакції горіння.

3. Отримана 12 % -а економія палива при електроактивації молекул-реагентів реакції горіння природного газу в повітрі при частоті ВПНЕП 100 Гц пояснюється активацією лише кисню повітря.

4. Необхідно продовжити дослідження з електроактивації молекул-реагентів реакції горіння природного газу в повітрі.

5. Передбачається використання в перспективі запропонованого способу електроактивації молекул-реагентів реакції горіння пропану і природного газу в повітрі та обладнання для підвищення ефективності паливних установок різних типів.

Література

1. *Гуков Я.С.* Використання відновлюваних джерел енергії в сільському господарстві (наукова доповідь)/*Я.С. Гуков.* – ННЦ „ІМЕСГ”, 2005.– 24 с.

2. *А.В. Праховник.* Енергетичний менеджмент: Навчальний по-

сібник / *А.В. Праховник, В.П. Розен, О.В. Разумовський та ін.* – К. : Київ. Нот.ф-ка, 1999.–184 с.

3. *М. Корчемний*. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / *М. Корчемний, В. Федорейко, В. Щербань*. – Тернопіль. : Підручники і посібники, 2001.– 976 с.

4. Физическая химия / Под ред. *К.С. Краснова*. – М. : Высшая школа, 2001.– Кн. 1.– 512 с; кн. 2, - 319 с.

5. *А.И. Китайгородский*. Введение в физику / *А.И. Китайгородский*. – М. : Наука, 1973.– 688 с.

6. Физическая энциклопедия.– Метастабильное состояние /<http://dic.academic.ru>.

7. The Open University/ <http://openlearn.open.ac.uk/mod/oucontent>.

8. *Н.А. Кацов*. Электроника / *Н.А. Кацов*. – М. : «Гостехиздат», 1954. - 470 с.

9. *Б.М. Ковальшин*. Застосування електричного поля високої напруги для підвищення енергоефективності паливних установок / *Б.М. Ковальшин*. – К.: Науковий вісник НУБіП України, “Техніка та енергетика в АПК”, вип. 161.–2011. - С. 27–32.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОАКТИВАЦИИ МОЛЕКУЛ-РЕАГЕНТОВ РЕАКЦИИ ГОРЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТОПЛИВНЫХ УСТАНОВОК

Ковальшин Б.М.

Аннотация - проведено обоснование повышения эффективности сжигания пропана и природного газа под воздействием высоковольтного пульсирующего неравномерного электрического поля, проанализированы полученные экспериментальные результаты.

THE USED OF ELECTRO-ACTIVATION OF MOLECULES-REAGENTS OF BURNING REACTION FOR INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF FUEL EQUIPMENTS

B. Kovalyshyn

Summary

The substantiation of increase of efficiency of burning of the propan and natural gas under the influence of high-voltage pulsing non-uniform electric field is spent, the received experimental results are analysed.



ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ НА ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В АСИНХРОННОМУ ЕЛЕКТРОПРИВОДІ ПРИ УДАРНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Синявський О.Ю., к.т.н.,
Савченко В.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Тел. (063) 566-96-28

Анотація – проведені дослідження електромагнітних та електромеханічних перехідних процесів в асинхронному електроприводі при відхиленні напруги. Встановлені залежності електромеханічної сталої часу і тривалості перехідного процесу від напруги.

Ключові слова – асинхронний електродвигун, електропривод, електромеханічна стала часу, відхилення напруги, усталена швидкість, час пуску.

Постановка проблеми. Знання перехідних режимів має важливе значення при проектуванні електроприводів. Навантажувальна діаграма двигуна використовується при перевірці правильності попереднього його вибору. У ряді випадків перехідні режими впливають на продуктивність робочих машин і якість перероблюваного продукту. Наприклад, при великих коливаннях швидкості обертання роторів дробарок зерна знижується продуктивність машин і погіршується якість подрібнення. Прискорення, які виникають у виробничих механізмах і передачах при перехідних процесах, можуть перевищити допустимі значення і привести до поломки окремих ланок кінематичної схеми, псування продукту або порушення вимог техніки безпеки. Тому при проектуванні електроприводів потрібно узгоджувати фактичну тривалість перехідних процесів з допустимою [1].

Відхилення напруги живлення впливає на протікання перехідних процесів в електроприводах. Знання законів протікання цих процесів має теоретичне і практичне значення, бо дає можливість вибрати електропривод, який би максимально забезпечував вимоги технологічного процесу при найкращому використанні електродвигунів.

Аналіз останніх досліджень. При відхиленні напруги критичне ковзання асинхронного електродвигуна не змінюється, а момент двигуна змінюється пропорційно квадрату напруги [1]. При цьому змі-

нюється жорсткість механічної характеристики електродвигуна, що обумовлює зміну електромеханічної сталої часу. Таким чином, змінюється характер протікання перехідного процесу в електроприводі і його тривалість.

Формулювання мети статті. Метою даної роботи є дослідження електромагнітних і електромеханічних перехідних процесів, які протікають в асинхронному електроприводі, при відхиленні напруги живлення.

Основна частина. Розглянемо вплив відхилення напруги на перехідні процеси в асинхронному електроприводі при ударному навантаженні. В даному випадку двигун працює на робочій ділянці механічної характеристики, яку можна вважати лінійною [3]

$$M_{\delta} = \beta_{\delta}(\omega_0 - \omega), \quad (1)$$

де M_{δ} – момент двигуна; β_{δ} – жорсткість механічної характеристики електродвигуна; ω_0 – синхронна кутова швидкість; ω – задана кутова швидкість.

При відхиленні напруги момент асинхронного двигуна

$$M_{\delta} = \beta_{\delta}U_*^2(\omega_0 - \omega), \quad (2)$$

де $U_* = U/U_n$ – напруга у відносних одиницях.

Електромагнітний перехідний процес на робочій ділянці природної механічної характеристики асинхронного електродвигуна описується рівнянням [3]

$$T_e \frac{dM_{\delta}}{dt} + M_{\delta} = \beta_{\delta}(\omega_0 - \omega), \quad (3)$$

де T_e – електромагнітна стала часу.

Тоді з урахуванням (2) і (3) можна записати

$$T_e \frac{d^2 M_{\delta}}{dt^2} + \frac{dM_{\delta}}{dt} = -\beta_{\delta} \cdot U_*^2 \frac{d\omega}{dt}, \quad (4)$$

звідки

$$\frac{d\omega}{dt} = -\frac{1}{\beta_{\delta} \cdot U_*^2} \left(T_e \frac{d^2 M_{\delta}}{dt^2} + \frac{dM_{\delta}}{dt} \right). \quad (5)$$

Механічний перехідний процес описується рівнянням руху електропривода

$$M_{\delta} - M_c = J \frac{d\omega}{dt}, \quad (6)$$

де M_c – момент статичних опорів робочої машини; J – зведений момент інерції електропривода.

Для багатьох механізмів значний інтерес викликає оцінка падіння швидкості, яка обумовлена ударним прикладенням навантаження. В даному випадку перехідний процес в електроприводі відбувається при незмінному моменті статичних опорів робочої машини ($M_c = const$).

Підставивши вираз (5) у рівняння руху електропривода (6), отримаємо

$$M_{\delta} - M_c = -\frac{J}{\beta_{\delta} \cdot U_*^2} \left(T_e \frac{d^2 M_{\delta}}{dt^2} + \frac{dM_{\delta}}{dt} \right). \quad (7)$$

Рівняння (7) можна записати у вигляді

$$T_e T_m \frac{d^2 M_{\delta}}{dt^2} + T_m \frac{dM_{\delta}}{dt} + M_{\delta} = M_c, \quad (8)$$

де T_m – електромеханічна стала часу.

$$T_m = \frac{J}{\beta_{\delta} \cdot U_*^2} = T_{mn} / U_*^2, \quad (9)$$

де T_{mn} – електромеханічна стала часу при номінальній напрузі.

Як впливає із формули (9), зниження напруги викликає зростання електромеханічної сталої часу.

Відносно швидкості диференціальне рівняння має вигляд

$$T_e T_m \frac{d^2 \omega}{dt^2} + T_m \frac{d\omega}{dt} + \omega = \omega_0 - M_c / \beta_{\delta} \cdot U_*^2 = \omega_c, \quad (10)$$

де ω_c – усталене значення кутової швидкості.

Як впливає із формули (10), зниження напруги викликає зниження усталеної кутової швидкості.

Характеристичне рівняння для виразів (8) і (10) має вигляд

$$T_e T_m k^2 + T_m k + 1 = 0. \quad (11)$$

Для даного характеристичного рівняння дискримінант становить

$$D = T_m^2 - 4T_e T_m = T_m^2 \left(1 - 4 \frac{T_e}{T_m}\right). \quad (12)$$

Якщо $D < 0$, $T_m < 4T_e$, корені характеристичного рівняння

$$k_{1,2} = -(1/2T_e) \pm j\sqrt{(U_*^2/T_e T_m) - (1/2T_e)^2} = -\alpha \pm j\gamma. \quad (13)$$

Відхилення напруги викликає зміну уявної частини коренів характеристичного рівняння, тоді як дійсна частина залишається незмінною. При цьому може змінюватися характер перехідного процесу. Для електроприводів з невеликим моментом інерції підвищення напруги може призвести до появи коливань, тоді як зниження напруги може їх усунути. Загальний розв'язок диференційного рівняння (8) записується у вигляді

$$M_\delta = M_c + e^{-\alpha t} (A \cos \gamma t + B \sin \gamma t). \quad (14)$$

При початкових умовах $t = 0$, $M_\delta = M_{\text{поч}}$,

$$\left(\frac{dM_\delta}{dt}\right)_0 = (\beta_\delta U_*^2 (\omega_0 - \omega_{\text{поч}}) - M_{\text{поч}}) / T_e \quad (15)$$

із рівняння (14) отримаємо вирази для визначення коефіцієнтів A і B :

$$M_{\text{поч}} = M_c + A, \quad (16)$$

$$(\beta_\delta U_*^2 (\omega_0 - \omega_{\text{поч}}) - M_{\text{поч}}) / T_e = -\alpha A + \gamma B. \quad (17)$$

Розв'язавши дані рівняння відносно A і B , отримаємо розв'язок рівняння (14)

$$M_\delta = M_c + e^{-\alpha t} \left[(M_{\text{поч}} - M_c) \cos \gamma t + \frac{\beta_\delta U_*^2 (\omega_0 - \omega_{\text{поч}}) - M_{\text{поч}} (1 - \alpha T_e) - \alpha T_e M_c}{\gamma T_e} \sin \gamma t \right]. \quad (18)$$

Якщо початковий режим роботи є усталеним, то рівняння (18) запишеться у вигляді

$$M_\delta = M_c + (M_{\text{поч}} - M_c) e^{-\alpha t} \left(\cos \gamma t + \frac{\alpha}{\gamma} \sin \gamma t \right). \quad (19)$$

Для кутової швидкості загальний розв'язок рівняння записують у вигляді

$$\omega = \omega_c + e^{-\alpha t} (C \cos \gamma t + D \sin \gamma t). \tag{19}$$

При початкових умовах $t = 0, \omega = \omega_{поч}$,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = (M_{поч} - M_c) / J. \tag{20}$$

Із рівняння (19) отримаємо вирази для визначення коефіцієнтів C і D :

$$\omega_{поч} = \omega_c + C, \tag{21}$$

$$(M_{поч} - M_c) / J = -\alpha C + \gamma D. \tag{22}$$

Визначивши із (21) і (22) значення C і D і підставивши їх у рівняння (19), отримаємо

$$\omega = \omega_c + e^{-\alpha t} \left[(\omega_{поч} - \omega_c) \cos \gamma t + \frac{M_{поч} - M_c + J\alpha(\omega_{поч} - \omega_c)}{J\gamma} \sin \gamma t \right]. \tag{23}$$

Якщо початковий режим роботи є усталеним, то рівняння (23) прийме вигляд

$$\omega = \omega_c + (\omega_{поч} - \omega_c) e^{-\alpha t} \left(\cos \gamma t + \frac{\alpha T_{мн} - U_*^2}{T_{мн} \gamma} \sin \gamma t \right). \tag{24}$$

Криві перехідного процесу $M_{\partial}=f(t)$ при незмінному моменті статичних опорів робочої машини показані на рис. 1, а $\omega=f(t)$ – на рис. 2.

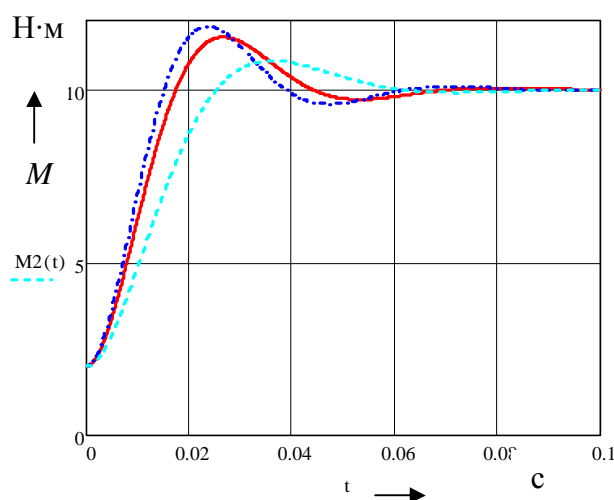


Рис. 1. Навантажувальна діаграма електродвигуна $M_{\partial}=f(t)$ при незмінному моменті статичних опорів робочої машини та $T_M < 4T_e$.

Як впливає із наведених залежностей, при підвищенні напруги зростає значення максимального відхилення моменту і частота коливань. При цьому динамічне падіння швидкості зменшується, а при зниженні напруги, навпаки, підвищується.

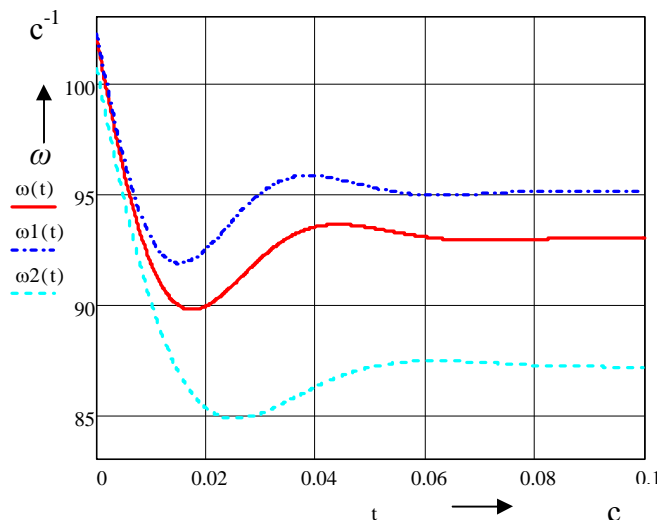


Рис. 2. Криві перехідного процесу $\omega=f(t)$ при незмінному моменті статичних опорів робочої машини та $T_M < 4T_e$.

Використаємо при аналізі перехідних процесів в асинхронному електроприводі при ударному навантаженні отримані результати досліджень. При збільшенні стрибком моменту статичних опорів відбувається зниження кутової швидкості і зростання моменту двигуна. Але внаслідок наявності індуктивного розсіювання момент зростає повільніше, а швидкість знижується швидше, ніж це визначається статичною характеристикою. Тому при досягненні моментом значення M_c кутова швидкість буде нижча за усталену, що обумовлює зростання моменту двигуна до максимального значення. Відбуваються коливання моменту і кутової швидкості, які після двох-трьох періодів затухають. Максимальне динамічне падіння швидкості перевищує статичне її падіння, причому зниження напруги сприяє його зростанню, а підвищення – зниженню. Для механізмів з ударним навантаженням даний режим роботи в ряді випадків за умовами технології є несприятливим [3].

Якщо $D > 0$, $T_M > 4T_e$, а корені характеристичного рівняння

$$k_{1,2} = -(1/2T_e) \pm \sqrt{(1/2T_e)^2 - (U_*^2 / T_e T_{mn})}. \tag{24}$$

Тоді загальний розв’язок рівняння (8) запишеться у вигляді

$$M_\delta = M_c + A' e^{k_1 t} + B' e^{k_2 t}. \tag{25}$$

При початкових умовах (15) із рівняння (25) отримаємо вирази для визначення коефіцієнтів A' і B' :

$$M_{ноч} = M_c + A' + B', \quad (26)$$

$$(\beta_0 U_*^2 (\omega_0 - \omega_{ноч}) - M_{ноч}) / T_e = k_1 A' + k_2 B'. \quad (27)$$

Розв'язавши дані рівняння відносно A' і B' , отримаємо розв'язок рівняння (25)

$$M_\delta = M_c + \frac{M_{ноч}(1 + k_2 T_e) - k_2 T_e M_c - \beta_0 U_*^2 (\omega_0 - \omega_{ноч})}{T_e (k_2 - k_1)} e^{k_1 t} + \frac{\beta_0 U_*^2 (\omega_0 - \omega_{ноч}) - M_{ноч}(1 + k_1 T_e) + k_1 T_e M_c}{T_e (k_2 - k_1)} e^{k_2 t} \quad (28)$$

Таким чином, при відхиленні напруги змінюються корені характеристичного рівняння і коефіцієнти в диференційному рівнянні, яке описує перехідний процес в електроприводі.

Якщо початковий режим роботи є усталеним, то рівняння (28) прийме вигляд

$$M_\delta = M_c + \frac{k_2 (M_{ноч} - M_c)}{k_2 - k_1} e^{k_1 t} + \frac{k_1 (M_c - M_{ноч})}{k_2 - k_1} e^{k_2 t} = M_c + \frac{M_c - M_{ноч}}{k_1 - k_2} (k_2 e^{k_1 t} - k_1 e^{k_2 t}). \quad (28)$$

Для кутової швидкості загальний розв'язок рівняння записують у вигляді

$$\omega = \omega_c + C' e^{k_1 t} + D' e^{k_2 t}. \quad (29)$$

При початкових умовах (20) із рівняння (29) отримаємо вирази для визначення коефіцієнтів C' і D' :

$$\omega_{ноч} = \omega_c + C' + D', \quad (30)$$

$$(M_{ноч} - M_c) / J = k_1 C' + k_2 D'. \quad (31)$$

Визначивши із (30) і (31) значення C' і D' і підставивши їх у рівняння (29), отримаємо

$$\omega = \omega_c + \frac{J k_2 (\omega_{ноч} - \omega_c) - (M_{ноч} - M_c)}{J (k_2 - k_1)} e^{k_1 t} + \frac{(M_{ноч} - M_c) - J k_1 (\omega_{ноч} - \omega_c)}{J (k_2 - k_1)} e^{k_2 t}. \quad (32)$$

Якщо початковий режим роботи є усталеним, то рівняння (32) прийме вигляд

$$\begin{aligned} \omega &= \omega_c + \frac{T_{\text{мн}}k_2(\omega_{\text{поч}} - \omega_c) + U_*^2(\omega_{\text{поч}} - \omega_c)}{T_{\text{мн}}(k_2 - k_1)} e^{k_1 t} - \frac{U_*^2(\omega_{\text{поч}} - \omega_c) + T_{\text{мн}}k_1(\omega_{\text{поч}} - \omega_c)}{T_{\text{мн}}(k_2 - k_1)} e^{k_2 t} = \\ &= \omega_c + \frac{\omega_{\text{поч}} - \omega_c}{T_{\text{мн}}(k_2 - k_1)} [(T_{\text{мн}}k_2 + U_*^2)e^{k_1 t} - (T_{\text{мн}}k_1 + U_*^2)e^{k_2 t}] \end{aligned} \quad (33)$$

Криві перехідного процесу $M_{\delta}=f(t)$ при незмінному моменті статичних опорів робочої машини показані на рис. 3, а $\omega=f(t)$ – на рис. 4.

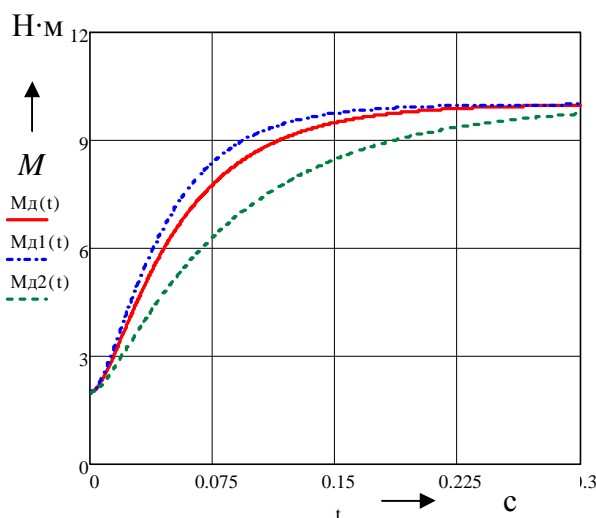


Рис. 3. Навантажувальна діаграма електродвигуна $M_{\delta}=f(t)$ при незмінному моменті статичних опорів робочої машини та $T_{\text{м.}} > 4T_e$.

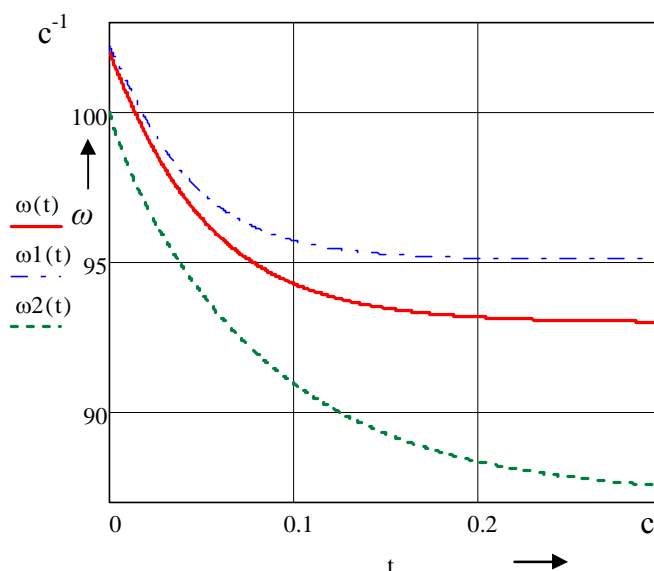


Рис. 4. Криві перехідного процесу $\omega=f(t)$ при незмінному моменті статичних опорів робочої машини та $T_{\text{м.}} > 4T_e$.

Перехідні процеси зміни швидкості і моменту в даному випадку відбуваються за експоненціальним законом. При підвищенні напруги

момент і кутова швидкість двигуна досягають усталеного значення швидше, ніж при номінальній напрузі, а при зниженні напруги – за довший час.

Якщо $D=0$, $T_m=4T_e$ і характеристичне рівняння має один корінь

$$k = -1/2T_e. \quad (33)$$

Тоді загальний розв'язок рівняння (8) запишеться у вигляді

$$M_\delta = M_c + e^{kt}(A'' + B''t). \quad (34)$$

В даному випадку корінь характеристичного рівняння не залежить від напруги.

При початкових умовах (15) із рівняння (34) отримаємо вирази для визначення коефіцієнтів A'' і B'' :

$$M_{\text{поч}} = M_c + A'', \quad (35)$$

$$(\beta_\delta U_*^2(\omega_0 - \omega_{\text{поч}}) - M_{\text{поч}})/T_e = kA'' + B''. \quad (36)$$

Розв'язавши дані рівняння відносно A'' і B'' , отримаємо розв'язок рівняння (34)

$$M_\delta = M_c + e^{kt} \left(M_{\text{поч}} - M_c + \frac{\beta_\delta U_*^2(\omega_0 - \omega_{\text{поч}}) - M_{\text{поч}}(1 + kT_e) + kT_e M_c}{T_e} t \right). \quad (37)$$

Таким чином, коефіцієнт у диференційному рівнянні, яке описує перехідний процес в електроприводі, залежить від напруги, на відміну від кореня характеристичного рівняння.

Якщо початковий режим роботи є усталеним, то рівняння (37) прийме вигляд

$$M_\delta = M_c + (M_{\text{поч}} - M_c)e^{kt}(1 - kt). \quad (38)$$

Для кутової швидкості загальний розв'язок рівняння записують у вигляді

$$\omega = \omega_c + e^{kt}(C'' + D''t). \quad (38)$$

При початкових умовах (20) із рівняння (38) отримаємо вирази для визначення коефіцієнтів C'' і D'' :

$$\omega_{noch} = \omega_c + C'', \tag{39}$$

$$(M_{noch} - M_c) / J = kC'' + D''. \tag{40}$$

Визначивши із (39) і (40) значення C'' і D'' і підставивши їх у рівняння (38), отримаємо:

$$\omega = \omega_c + e^{kt} \left(\omega_{noch} - \omega_c + \frac{M_{noch} - M_c - Jk(\omega_{noch} - \omega_c)}{J} t \right). \tag{41}$$

Якщо початковий режим роботи є усталеним, то рівняння (37) прийме вигляд:

$$\omega = \omega_c + (\omega_{noch} - \omega_c) e^{kt} \left(1 - \left(k + \frac{U_*^2}{T_{MH}} \right) t \right). \tag{42}$$

Оскільки $T_M = 4T_e$ з урахуванням (33) отримаємо:

$$\omega = \omega_c + (\omega_{noch} - \omega_c) e^{kt} \left(1 - \frac{k}{2} t \right). \tag{43}$$

Криві перехідного процесу $M_\delta = f(t)$ при незмінному моменті статичних опорів робочої машини показані на рис.5, а $\omega = f(t)$ – на рис. 6.

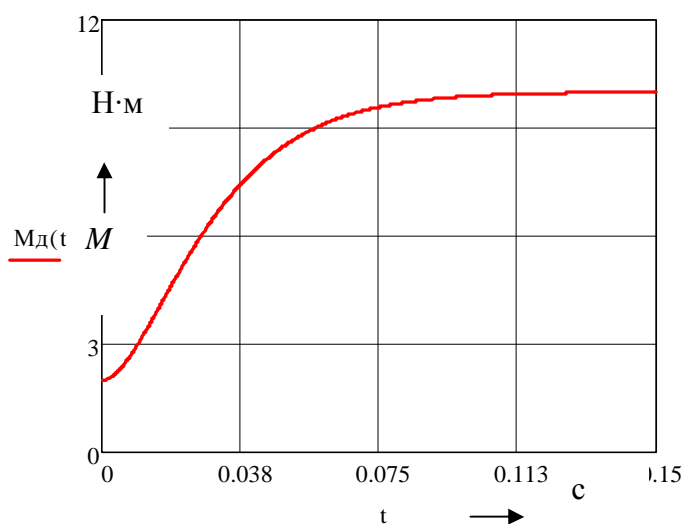


Рис. 5. Навантажувальна діаграма електродвигуна $M_\delta = f(t)$ при незмінному моменті статичних опорів робочої машини та $T_M = 4T_e$.

У даному випадку момент і кутова швидкість двигуна змінюються в часі нелінійно. Причому усталене значення кутової швидкості залежить від напруги, а час її встановлення не залежить від неї.

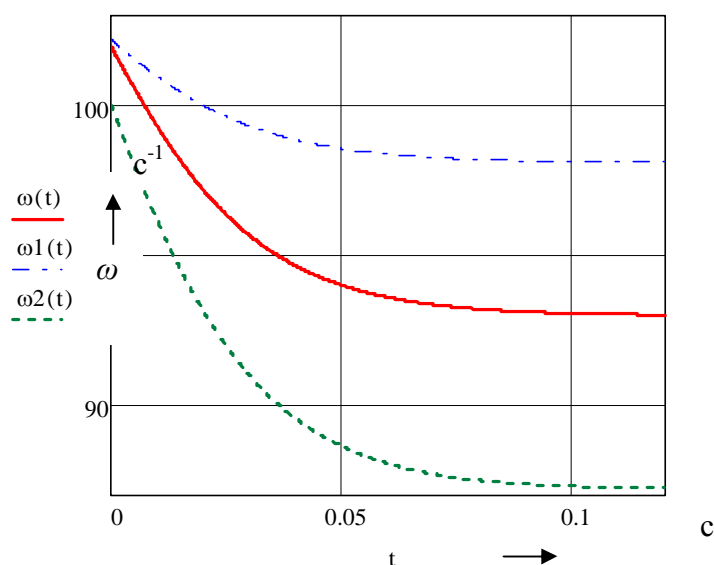


Рис. 6. Криві перехідного процесу $\omega=f(t)$ при незмінному моменті статичних опорів робочої машини та $T_M=4T_e$.

Висновки. Відхилення напруги впливає на характер перехідних процесів в асинхронному електроприводі. Для електроприводів з невеликою електромеханічною сталою часу підвищення напруги може призвести до появи коливань моменту і швидкості, тоді як зниження напруги може їх усунути. При підвищенні напруги зростає значення максимального відхилення моменту і частота коливань. При цьому динамічне падіння швидкості зменшується, а при зниженні напруги, навпаки, підвищується.

Для електроприводів, у яких електромеханічна стала часу перевищує електромагнітну більше як у чотири рази, зміни швидкості і моменту в часі відбуваються за експоненціальним законом. При підвищенні напруги момент і кутова швидкість двигуна досягають установившого значення швидше, ніж при номінальній напрузі, а при зниженні напруги – за довший час.

Література

1. Електропривод / [Лавріненко Ю.М., Марченко О.С., Савченко П.І. та ін.]; за ред. Ю.М. Лавріненка. – К.: Ліра-К, 2009. – 504 с.
2. Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній / [Жулай Є.Л., Зайцев Б.В., Лавріненко Ю.М та ін.]; за ред. Є.Л. Жулая. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.
3. Ключев В.И. Теория электропривода / В.И. Ключев. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 560 с.

ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В АСИНХРОННОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ ПРИ УДАРНОЙ НАГРУЗКЕ

Синявский А.Ю., Савченко В.В.

Аннотация – проведены исследования переходных процессов в асинхронном электроприводе при отклонении напряжения. Установлены зависимости электромеханической постоянной времени и длительности переходного процесса от напряжения.

INFLUENCE OF THE DEVIATION OF THE PRESSURE ON TRANSIENTS IN THE ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE AT SHOCK LOADING

A. Sinyavsky, V. Savchenko

Summary

Are carried out researches of transients in the asynchronous electric drive at a deviation of a pressure. Dependences of an electro-mechanical constant of time and duration of transient on a pressure are established.



ВОДА – ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК БУДУЩЕЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Никифорова Л.Е., д.т.н.,

Таврический государственный агротехнологический университет

Гаевская И.В.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Тел. (044) 527-82-99

Аннотация – предлагается практический метод использования воды в качестве неиссякаемого источника дешёвой тепловой энергии, в основу которого положены процессы фотосинтеза в растениях.

Ключевые слова – тепловая энергия, фотосинтез, электролиз, эфир.

Постановка проблемы. Украина относится к энергодефицитным странам, так как обеспечивает свои потребности в собственных топливно-энергетических ресурсах всего лишь на ~53%, и поэтому вынуждена импортировать ~75% потребляемого в стране газа, ~85% нефти и нефтепродуктов. Зависимость от импорта традиционных широко используемых энергоносителей рассматривается большинством развитых стран как вопрос национальной и энергетической безопасности, а использование их как источников энергии несёт в себе, кроме всего прочего, существенную экологическую опасность. Таким образом, безусловная исчерпаемость природных энергоносителей в будущем и значительное ухудшение экологической ситуации от использования их, а также зависимость населения многих стран от импорта энергоносителей, цены на которые стремительно растут, вызвали необходимость поиска неисчерпаемого и экологически чистого энергоносителя. Этим требованиям удовлетворяет водород, входящий в состав огромного объёма воды на Земле, т.к. при сжигании водорода вновь образуется вода, и таким образом этот экологически чистый энергоноситель можно использовать многократно. По неисчерпаемости и экологической безопасности у водорода нет конкурентов. Науке уже известно достаточно точно, что в состав Вселенной, в т.ч. и Солнечной системы, входит ~73% водорода, ~24% гелия и ~3% всех остальных химических элементов. Исходя из этих значений, можно утверждать, что водород будет лидирующим энергоносителем будущей энергетики, и человечеству необходимо знать все возможности получения свободного

водорода и генерирования его энергии в нужных видах и в требуемом количестве.

Анализ последних исследований. Наиболее перспективным способом получения водорода в необходимых объёмах пока остаётся электролиз воды. Вода – самое распространённое вещество на Земле, она занимает значительную часть поверхности Земного шара, вода – повсюду. Ещё древнегреческий философ Фалес Милетский, живший в VII-VI вв. до н.э., справедливо считал воду началом всех начал. На молекулярном уровне вода представляет собой химическое соединение двух элементов, или, говоря языком древних, двух начал. Но, уточняя, развивая или опровергая воззрение древних, мы соглашаемся с ними в оценке воды. Вода – это жизнь, она является неременной составной частью живых организмов и растений. По своему химическому составу вода относится к числу простейших соединений, известных человеку. Во все времена существования человечества такое привычное и, кажется, до мелочей изученное вещество, как вода, изучалась весьма подробно. Ни одно из химических соединений не подвергалось такому тщательному и всестороннему исследованию, как вода: в некоторые годы число научных публикаций, содержащих результаты исследований её свойств, превышало тысячу. И, тем не менее, в Природе нет, пожалуй, вещества, более загадочного, чем вода: не известна даже структурная модель молекулы воды, не имеет объяснения факт нахождения воды в трёх агрегатных состояниях одновременно (!), вызывает удивление экстремально высокое значение теплоёмкости воды и др. Поэтому вода представляется объектом самого тщательного исследования на многие годы в будущем. Но уже и теперь не приходится сомневаться в том, что вода станет основным источником энергии для человечества. В связи с этим в США, Европе, России стали уделять огромное внимание водородной энергетике. Процесс её освоения будет чрезвычайно длительным. Имея в виду также непрерывно растущий спрос на воду для удовлетворения человеческих потребностей, можно уверенно утверждать, что вода в ближайшее время станет самой ходовой и самой надёжной валютой мира. Это предсказание уже начинает сбываться. В июне 2009 г. в г. Киль (ФРГ) прошёл коллоквиум с обсуждением мер против глобального потепления климата, организованный Институтом океанологии им. Лейбница (IFM GEOMAR) и Институтом мировой экономики (IfW), на котором впервые заострили серьёзное внимание на проблему питьевой воды. Впервые в жизни человечества учёные в 2010 г. собрали в Монреале Всемирный водный конгресс, на котором обсуждались вопросы обеспечения питьевой водой населения планеты в условиях глобального потепления. Ведущие экономисты мира уверены в том, что самое важное в стремительно растущем мире – контроль над ресурсами: пресной водой и полезными ископаемыми. (Кстати, Таможенный союз обладает самыми мощными

ми в мире такими ресурсами.) В Перечне проблем национальной безопасности Украины Вода – вопрос №1. На программу «Питьевая вода» выделено ~9,5 млрд грн. Поэтому совершенно не случайно ООН объявила день 22 марта – Всемирным Днём защиты водных ресурсов.

Формулирование цели статьи. Пока ещё развитие водородной энергетики многие специалисты считают бесперспективным из-за трудностей и высокой стоимости процесса получения свободного водорода. Однако у водородной энергетики большое будущее. Но ещё лет 30 назад по Харькову ездил автомобиль с табличкой «Водород», а уже в 2007 г. в Исландии открыли первую в мире АЗС на водороде. В наше время Конгресс США запланировал в ближайшие 3-4 года вложить более 3 млрд. долларов в водородную энергетику с тем, чтобы в 2020 г. начать серийное производство автомобилей (пока что!) на водородном топливе. С этой целью в 2002 г. в США были разработаны конструкции топливных элементов мощностью 250-280 МВт.

Основная часть. Водородная энергетика началась с попытки объяснения причин появления избыточной тепловой энергии при различных способах обработки воды. Действительно, при некоторых режимах обычного электролиза тяжёлой воды и плазменного электролиза лёгкой воды, а также при явлениях её кавитации и электродинамического воздействия на молекулы и ионы энергии выделяется больше, чем затрачивается на эти процессы. Уже сейчас действуют топливные элементы, работа которых основана на явлении кавитации молекул воды. Они представляют собой ёмкость с двумя электродами, разделёнными мембраной с нанесённым на её поверхность катализатором (платина). К одному электроду подаётся водород, к другому – кислород. Катализатор разделяет молекулы водорода на атомы, а затем «дробит» атомы на протоны и электроны. Протоны проникают через мембрану в ту половину ёмкости, где находится кислород, а электроны через «кислородный» электрод поступают в электрическую сеть. Здесь протоны и электроны вновь «объединяются» в атомы водорода, которые, соединяясь с атомами кислорода, образуют молекулу воды.

Несмотря на столь, казалось бы, впечатляющие достижения, опыты показали, что процесс получения водорода из воды достаточно сложный: электролизёры, работающие по данной технологии, расходуют на получение водорода из воды на 10-20% энергии больше, чем получается её при сжигании водорода. Данный процесс достаточно энергоёмок ($4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ на 1 м^3). К тому же в этом процессе участвуют лишь половина всех атомов водорода, причём при этом, к сожалению, неизбежны потери 10-20% его объёма, это способствует разрушению озонового слоя и охлаждению атмосферы Земли. Приведенные факты сдерживают развитие водородной энергетики. Поэтому работы по освоению водорода, к сожалению, застопори-

лись. Более перспективной может быть разработка способов самогенерации тепла водой. Водород может стать самым дешёвым энергоносителем только при существенном уменьшении затрат энергии на его получение из воды. Следует, однако, заметить, что перспективной энергетикой остаётся водородная составляющая. Вода в сочетании с солнечным излучением обязательно должна стать главным источником неиссякаемой энергии, столь необходимой человечеству. Поэтому освоение водородной энергетики идёт ускоренными темпами. И уже получены обнадеживающие результаты. Россия уже владеет, в частности, лабораторной технологией, уменьшающей затраты на водородную энергетику в 10-12 раз!

Проблема получения свободного водорода действительно сложна и дорога. Современный уровень знаний предоставляет возможность упростить процесс получения водорода из воды. Для начала обратим внимание на энергетическую деятельность нашего светила. Оно снабжает нас теплом и светом. Расчёты показывают, что за время существования Солнца электроны атомов его химических элементов излучили световые фотоны, масса которых равна массе самого нашего светила, т.е. Солнце должно было бы исчезнуть, но оно не исчезло! Очевидно, электроны восстанавливают свою массу (и энергию), но каким образом это происходит? Остаётся сделать предположение о том, что источником пополнения массы электронов является физический вакуум, заполненный субстанцией, которую называют *эфиром*. Он же является и источником, пополняющим массу электронов нашего светила, всех планет и звёзд Вселенной. Попытки некоторых учёных ввести в оборот загадочные понятия таинственных форм тёмной материи и тёмной энергии, которые не имеют абсолютно никакого физического смысла, не нашли последователей. Конечно, понять этот механизм можно лишь при знании структуры атомов и молекул, а также процессов, которые в них происходят [1]. Российские энергетические фирмы «Юсмар», «Термовихрь», «Нотека» и др. реализуют кавитационное нагревательное оборудование подобного типа.

Поэтому пока проще «заставить» воду самогенерировать тепло. Известно, напр., что в случае кавитационных процессов в воде генерируется дополнительная энергия в виде тепла. Наиболее вероятным источником этой энергии является физический вакуум, из которого берут энергию валентные электроны распавшихся молекул и затем выделяют её при повторном их синтезе. При кавитации молекулы воды разрушаются механически, и на это требуется меньшая энергия, чем при термическом разрыве их. Если же молекулы воды диссоциировать электродинамическим воздействием, эффективность теплового преобразователя будет ещё выше.

В поисках решения проблемы аэрокосмической агротехнологии

мы обратили внимание на фотосинтез, при котором процесс получения водорода и кислорода идёт наиболее эффективно и экономно [2]. Фотосинтез вызывает любопытство и восхищение красотой инженерного решения Природы, которое не потребовало ни финансовых вложений, ни больших человеческих ресурсов, разве что огромного терпения и настойчивости человечества. Ежегодно растения выделяют из воды огромный объём водорода, атомы которого выполняют функции соединительных звеньев при формировании органических молекул. Принято считать, что при фотосинтезе в растениях поглощается углекислый газ, причём углерод из молекулы CO_2 идёт на построение клеток растений, а кислород выделяется в окружающее пространство. Однако результаты позднейших исследований механизма фотосинтеза дают основания предположить, что молекула углекислого газа целиком используется на построение клеток растений. Кислород же выделяют молекулы воды, а атомы водорода молекул воды используются в качестве соединительных звеньев молекул, из которых строятся клетки растений. Доказательством данной гипотезы является тот факт, что фотосинтез в растениях в отсутствии воды не происходит [3]. Поэтому учёные смоделировали электролитический процесс разложения воды на водород и кислород, подобный тому, который идёт при фотосинтезе. Таким образом, была доказана возможность воды быть главным источником тепловой энергии для бытовых нужд. Но этим её возможности не ограничиваются. Она является также главным источником водорода и кислорода, как носителей энергии. Уже удалось смоделировать этот процесс в лабораторных условиях.

Прежде чем научиться использовать энергию водорода, рассмотрим модель атома водорода, а также модели молекул водорода, кислорода и воды. При разработке моделей будем иметь в виду тот факт, что электрон имеет форму тороида (рис.1), у него отсутствует орбитальная составляющая движения, он вращается относительно собственной оси.

Модель атома водорода ярко демонстрирует его активность: с одной стороны – «голый» стержень, где расположен протон, а с другой – свободный электрон, готовый вступить в связь с протоном или электроном [4].

Поэтому водород в атомарном состоянии находится при высоких температурах 5-10 тыс. град., когда связь электрона с протоном чрезвычайно слаба.

Энергия E_c связи с ядром электрона, находящегося на любом энергетическом уровне n , определяется как $E_c = E_1/n^2$, где E_1 – энергия связи электрона с протоном, соответствующая первому энергетическому уровню и равная энергии ионизации атома $E_1 = E_i = 13,6 \text{ эВ}$. По мере понижения температуры создаются условия для образования молекулы водорода: электроны атомов водорода переходят на нижние энергетические уровни

(приближаются к протонам). Их связь с протонами становится прочнее, возникают условия для соединения их в единую молекулу (рис.2) с энергией синтеза 436 кДж/моль или $4,53 \text{ эВ}$ на одну молекулу.

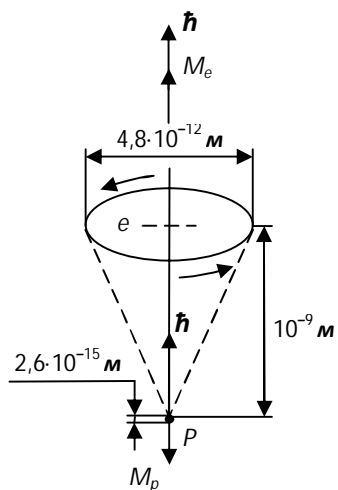


Рис. 1. Теоретическая модель атома водорода.

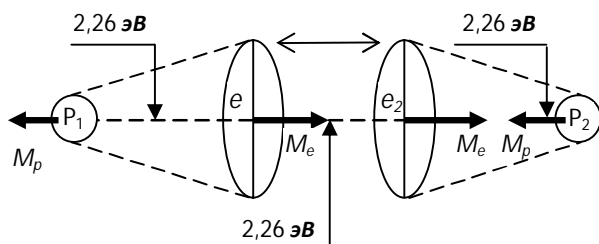


Рис.2. Схема энергетических связей между электронами в молекуле водорода.

молекулы кислорода. Это – экзотермический процесс, при котором валентные электроны, излучая фотоны в окружающее пространство и опускаясь на более низкие энергетические уровни, выделяют энергию $2,565 \times 2 = 5,13 \text{ эВ}$.

Эта энергия в $5,13 \text{ эВ}$ распределяется между двумя электронами, формирующими связь с энергией $2,56 \text{ эВ}$. Эта связь называется ковалентной. Для разрушения данной связи достаточно затратить $2,56 \text{ эВ}$ механической энергии. Для термического разрыва этой связи энергии требуется в два раза больше, т. е. $5,13 \text{ эВ}$. Полученное несоответствие объясняется тем, что энергия фотона $5,13 \text{ эВ}$ поглощается одновременно двумя электронами. Только в этом случае оба электрона будут переведены на самые высокие энергетические уровни с минимальной энергией связи, при которой они разъединяются, и каждый атом кислорода становится свободным.

Для того чтобы разорвать эту связь, необходимо оба электрона перевести на более высокие энергетические уровни, затратив на это энергию в $4,53 \text{ эВ}$. Но для образования двух молекул воды необходимо разрушить на атомы две молекулы водорода, затратив при этом энергию $14,19 \text{ эВ}$.

Рассмотрим процесс образования молекулы кислорода. Два атома кислорода, находясь в состоянии возбуждения, соединяются в молекулу (рис.3). Состоянием возбуждения считается такое состояние атома, при котором его валентные электроны удалены от ядер на такие расстояния, когда энергия связи между ними уменьшается до тысячных долей электрон-

вольта. В таком состоянии атом может потерять электрон и стать ионом. Или, не теряя электроны, он соединяется валентными электронами с электронами соседнего атома, и начинается процесс формирования

Практическая реализация описанного процесса выполняется следующим образом.

Кислород облучается потоком фотонов ультрафиолета с энергией не менее 5,13 эВ. При этом происходит ионизация молекул кислорода с последующим образованием молекул озона согласно реакции $2O_2 + O \rightarrow 2O_3$, т.е. для

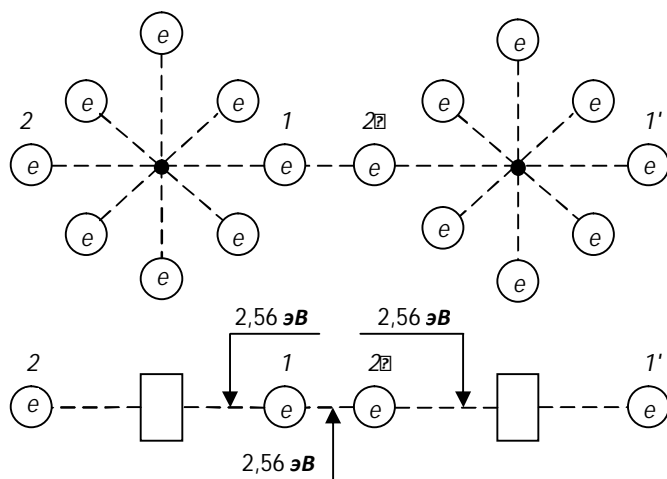


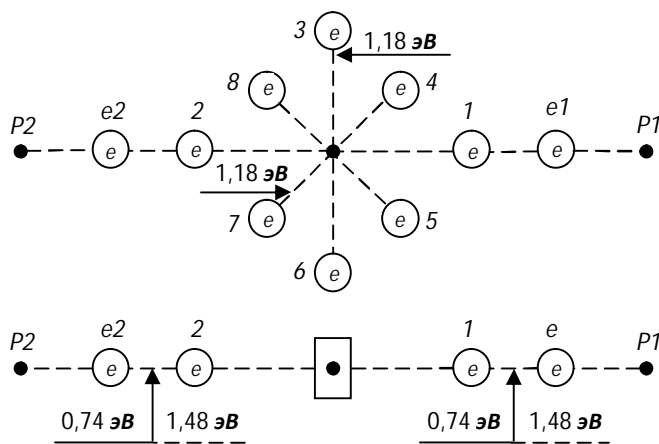
Рис. 3. Схема энергетических связей между электронами в молекуле кислорода.

при её распаде выделяется энергия 2,99 эВ. Разрушение отдельной молекулы озона происходит с затратой энергии $0,535 \times 4 = 2,14$ эВ. Этот процесс способствует образованию молекул кислорода с излучением фотонов с суммарной энергией 5,13 эВ. Разность энергий $5,13 - 2,14 = 2,99$ эВ равна энергии диссоциации одной молекулы озона в 288 кДж/моль, которая может быть использована. Следовательно, на разрушение двух молекул водорода и одной молекулы кислорода израсходовано 14,19 эВ, а в результате синтеза двух молекул воды выделится 5,98 эВ. В чем причина такого дисбаланса? Ответ прост. При переходе из газообразного в жидкое состояние атом кислорода в молекуле воды, должен уменьшить свой объём. Это произойдет, если кольцевые электроны атома кислорода опустятся на более низкие энергетические уровни (ближе к ядру). При этом они обязательно излучат фотоны, и мы уже знаем их общую энергию. Она равна энергии 14,19 эВ, затраченной на разрушение двух молекул водорода и одной молекулы кислорода. Поскольку у двух молекул воды 12 кольцевых электронов, то каждый из них излучит энергию по 1,18 эВ. Это больше энергии (0,74 эВ) связи с ядром осевых электронов и указывает на то, что кольцевые электроны расположены ближе к ядру, чем осевые [4].

Таким образом, энергия $5,13 - 2,99 = 2,14$ эВ будет израсходована на формирование связи в двух молекулах озона, имеющих четыре валентных электрона с энергией каждого $2,14 / 4 = 0,535$ эВ. Молекула озона весьма неустойчива:

для образования двух молекул озона нужно «разрушить» одну молекулу O_2 . Таким образом, энергия $5,13 - 2,99 = 2,14$ эВ будет израсходована на формирование связи в двух молекулах озона, имеющих четыре валентных электрона с энергией каждого $2,14 / 4 = 0,535$ эВ. Молекула озона весьма неустойчива:

0,535 эВ. Разрушение отдельной молекулы озона происходит с затратой энергии $0,535 \times 4 = 2,14$ эВ. Этот процесс способствует образованию молекул кислорода с излучением фотонов с суммарной энергией 5,13 эВ. Разность энергий $5,13 - 2,14 = 2,99$ эВ равна энергии диссоциации одной молекулы озона, или 288 кДж/моль, которая может быть использована.



1...8 – электроны атома кислорода;
 P_1, P_2 – ядра атомов водорода (протоны);
 e_1 и e_2 – электроны атомов водорода.

Рис. 4. Энергетическая схема молекулы воды.

четвертыми и пятыми энергетическими уровнями. Опытные устройства для получения водорода с использованием процесса фотосинтеза устойчиво работают при напряжении $U = 1,5-2$ В и силе тока $I = 2$ мА [5].

В последнее время ведётся активная разработка фототепловых аккумуляторов. Солнечную энергию, превратив в электрическую, можно хранить в аккумуляторах, чтобы затем, в случае необходимости, перевести её, напр., в тепло, – процесс крайне трудоёмкий и дорогостоящий. Проще и выгоднее забирать тепло напрямую, химическим путём, изменяя энергетическое состояние молекулы теплоносителя. В таком, «законсервированном» виде тепло можно бы хранить неограниченное время, и в любой момент можно было бы легко взять в необходимом количестве. Для этого заставить молекулу войти в химическое общение с химическим катализатором, после чего она вернётся в прежнее энергетическое состояние, и окажется вновь способна аккумулировать энергию солнечных лучей. Молекулу, работающую в режиме теплоаккумулятора, нашли, она получила название фульвалентетракарбонилдирутен. Эта молекула содержит рутений – чрезвычайно редкий и поэтому очень дорогой химический элемент. С точки зрения квантовой химии механизм запасания тепла молекулой объясняется следующим образом. Любая молекула, в принци-

Известно, что при синтезе одного моля воды выделяется 285,8 кДж или 2,96 эВ на одну молекулу. Так как молекула воды состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода, то на одну связь приходится 1,48 эВ (рис.4). Из этого следует, что электроны атомов водорода и кислорода в молекуле воды обладают энергией по 0,74 эВ и находятся при обычной температуре между

пе, может находиться в разных энергетических состояниях, но, как правило, только одно из этих состояний стабильное. Способность фульвалена сколь угодно долго находиться в одном из двух стабильных состояний и делает его идеальным аккумулятором солнечного тепла.

Выводы. Приведенные цифры свидетельствуют о том, что сегодня доступ к дешёвым и надёжным источникам энергии является ключевым вопросом жизнедеятельности человечества. Однако неизвестно, как изменятся свойства воды при многократных её превращениях, т.к. никто не исследует последствия этого круговорота воды. Увеличивающийся кругооборот воды отрицательно влияет на Природу и окружающую среду.

Литература

1. *Кучин В.Д.* Очередной шаг вглубь материи / *В.Д. Кучин, И.В. Теодорович* // Винахідник і раціоналізатор. -2005, №10. - С. 29-34.
2. *Кучин В.Д.* Определяющая роль магнитного поля в космической агротехнологии / *В.Д. Кучин, И.В. Теодорович* // Електрифікація та автоматизація сільського господарства, 2008, №1(22). - С. 35-40.
3. *Кучин В.Д.* Квантовая природа фотосинтеза в растительном мире Земли / *В.Д. Кучин, И.В. Гаевская*. <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/eia/index.html> «Енергетика і автоматика», №2(4), 2010.
4. *Полинг Л.* Общая химия / *Л. Полинг*. - М.: МИР, 1974. – 845 с.
5. *Канарёв Ф.М.* Начала физхимии микромира / *Ф.М. Канарёв*. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2009. – 687 с.

ВОДА – ОСНОВНЕ ДЖЕРЕЛО МАЙБУТНЬОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Никифорова Л.Є., Гаєвська І.

Анотація - пропонується практичний метод використання води в якості невичерпного джерела дешевої теплової енергії, в основу якого покладені процеси фотосинтезу в рослинах.

WATER - THE MAIN SOURCE OF THE FUTURE HEAR POWER INDUSTRY

L. Nikiforova, I. Gaevska

Summary

The practical method of using water as an inexhaustible source of the cheap heat energy, the method based on the photosynthesis processes in the plants.



АНАЛІЗ РОБОТИ ВІТРОЕЛЕКТРИЧНОГО ЗАРЯДНОГО АГРЕГАТУ

Жарков В.Я., к.т.н.,

Таврійський державний агротехнологічний університет

Жоров В.І., к.т.н.,

Жоров С.В.,

Тимощук Д.В.

Національний науковий центр «ІМЕСГ»

Тел./факс (04471)3-27-50

Анотація – пропонується схема, що забезпечує максимальне використання енергії вітру при роботі вітродвигуна на акумулятор.

Ключові слова – вітродвигун, швидкість вітру, потужність, акумулятор, ефективність.

Постановка проблеми. Окрім комерційної вітроенергетики, в Україні є некомерційна. Це, як правило, малопотужні ВЕУ, що працюють на акумулятор, а потім через перетворювач частоти живлять побутові прилади [1]. Розроблено конструктивно досконалі присадибні ВЕУ. В ТДАТУ запатентована присадибна ВЕУ [2], виготовлена із типових промислових вузлів. Проблема регулювання навантаження таких ВЕУ є актуальною і сьогодні.

Аналіз останніх досліджень. Встановлено, що ефективно працювати ВЕУ може лише за визначеної (оптимальної) швидкохідності вітроколеса (ВК), і краще це робити зі сторони навантаження, в електричній частині [1].

Зарядка акумуляторів може здійснюватись при роботі ВК як на лівій так і правій вітках його характеристики потужності, і визначається конструктивними параметрами генератора та схемою випрямляча зарядного пристрою.

Генератор агрегату, який заряджається на лівій вітці характеристики, має більшу кількість витків обмотки статора або вищий коефіцієнт перетворення випрямляча. Так, при мостовій схемі з'єднання випрямляча робоча частота обертання ВК вітродвигуна ТВ–8 становить $10\text{--}12 \text{ хв}^{-1}$, а за трифазної схеми із нульовою точкою – вдвічі вище. Перший режим зарядки здійснюється на лівій вітці характеристики

потужності вітродвигуна, а другий – на правій (рис.1).

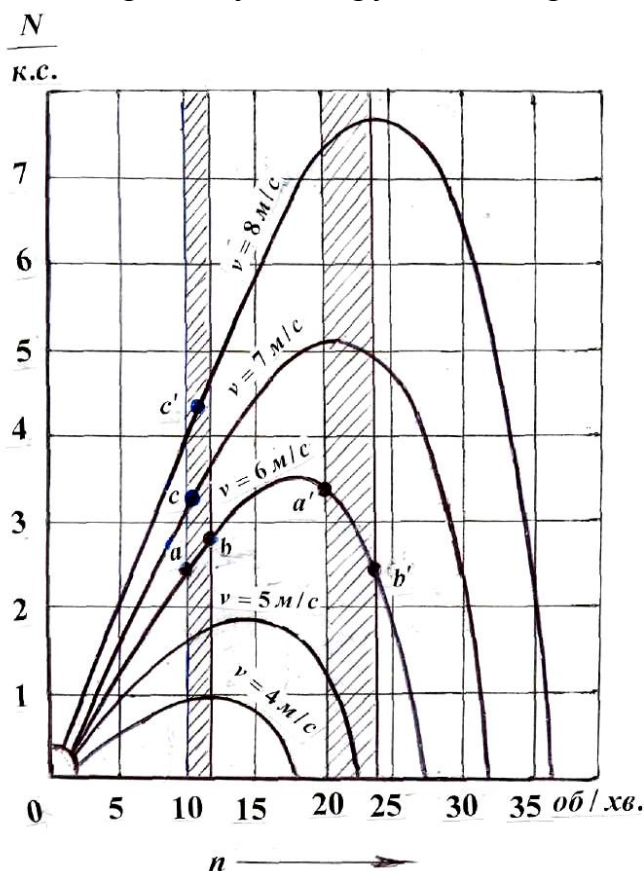


Рис. 1. Робочі характеристики вітродвигуна ТВ-8 та батареї електричних акумуляторів.

Частота обертання початку і закінчення зарядки акумулятора визначається нижньою та верхньою межею допустимої напруги на його затискачах. Повністю розряджений акумулятор розпочинає заряджатися при частоті обертання ВК 10 хв^{-1} , а менш розряджений – при вищій частоті. Закінчується процес зарядки при частоті обертання ВК 12 хв^{-1} . Нижня та верхня робочі частоти обертання ВК відповідають напрузі на затискачах акумулятора 12,3 В та 14,5 В, відповідно. Частота обертання і потужність ВК визначаються положенням робочої точки, тобто точки перетину характеристик потужності ВК та акумуляторів. При сталому вітрі, наприклад 6 м/с, робоча точка рухається в процесі зарядки від точки a до точки b по характеристиці потужності вітродвигуна $v = 6$ м/с. Із збільшенням швидкості вітру робоча точка переходить на відповідну характеристику потужності ВК з деяким зміщенням в зону вищих частот обертання – точки c та c' при швидкостях вітрі 6 м/с та 7 м/с. В процесі зарядки споживана потужність зростає, що відбувається як за рахунок підвищення напруги так і зарядного струму. В цьому режимі має місце висока ступінь використання вітрів швидкістю до 6 м/с та менш ефективно використання сильніших вітрів.

При роботі на правій вітці характеристики потужності ВК і сталому вітрі потужність зарядки і зарядний струм з часом знижуються. Але при швидкості вітру вище 6 м/с вони вищі ніж на лівій вітці характеристики. Електрорушійна сила фази і габаритна потужність генератора вищі у два рази. В цьому режимі добре використовується потужність сильніших вітрів швидкістю вище 6 м/с.

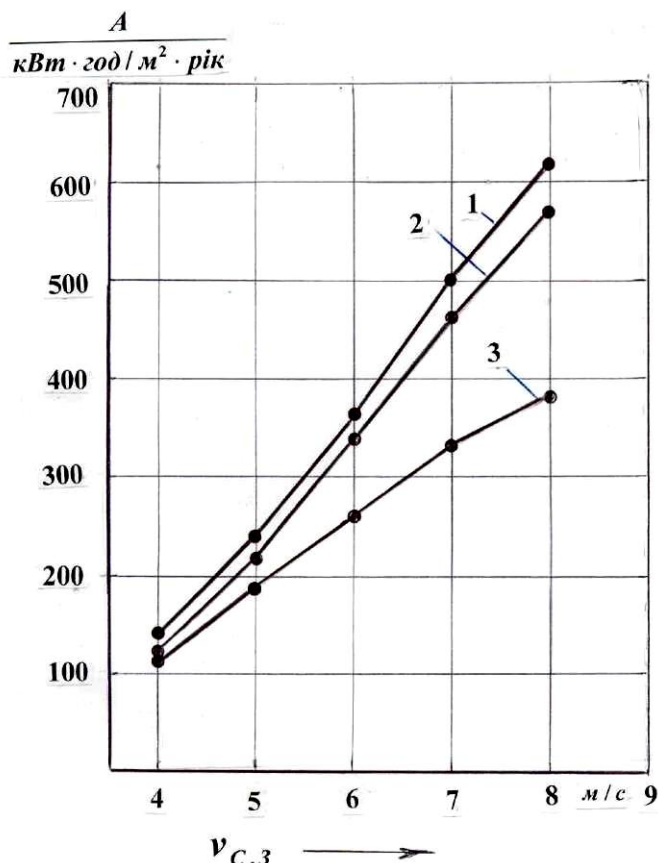
Таким чином, зміна схеми з'єднання випрямляча зарядного пристрою із мостової на трифазну з нульовою точкою дозволяє у два рази підвищити робочу частоту обертання ВК і у стільки ж разів збільшити габаритну потужність генератора, що добре узгоджується із збільшенням потужності ВК при зростанні сили вітру.

Формулювання мети статті. Обґрунтування електричної схеми й конструкції вітроелектричного зарядного агрегату.

Основна частина. Зарядний агрегат можна виконати з такими параметрами, що початок зарядки розпочинатиметься при частоті обертання ВК 15 хв^{-1} . За цього характеристика потужності акумуляторів займе середнє положення відносно розглянутих режимів (див. рис. 1). Матимемо добре використання слабих вітрів, швидкістю до 6 м/с. Але при сильніших вітрах недобір енергії буде високим. Розрахунки показали, що річний виробіток енергії таким нерегульованим зарядним агрегатом нижчий на 20...50%, ніж регульованим шляхом зміни схеми з'єднання випрямляча зарядного пристрою (рис. 2) [3]. Особливо відчутним є збільшення виробітку регульованим агрегатом при середньорічних швидкостях вітру вище 6 м/с. Такі вітри діють на значній території України. Отже зміна схеми з'єднання випрямляча зарядного пристрою із мостової на трифазну з нульовою точкою забезпечує збільшення річного виробітку енергії зарядним агрегатом на 20...50 % у місцевостях з середньорічною швидкістю вітру вище 6 м/с. У зв'язку з зазначеним, конструкція застосовуваних у цих місцевостях зарядних агрегатів повинна передбачати можливість двоступеневого регулювання частоти обертання ВК.

Вітер характеризується значною поривчастістю, що пов'язано з необхідністю досить частої зміни схеми з'єднання випрямляча в процесі регулювання. Виконання такого регулювання вручну не уявляється можливим. Отже, зміна схеми з'єднання випрямляча повинна бути автоматичною і виконуватись в функції швидкості вітру. В зв'язку з цим блок автоматичного керування повинен містити вимірювальний перетворювач швидкості вітру.

Фізична модель вітроенергетичної установки з автоматично керованою частотою обертання повітряних роторів містить два електричних генератори змінного струму 1 і 2 із збудженням від постійних магнітів 3,4, що приводяться в рух роторами 5 і 6 (рис.3).



1 – потенційно можливий виробіток; 2 – виробіток енергії регульованим агрегатом; 3 – виробіток енергії нерегульованим агрегатом.

Рис 2. Залежність річного виробітку електроенергії генератором зарядного агрегату від середньорічної швидкості вітру.

На вихід генераторів 1 і 2 ввімкнені трифазні мостові випрямлячі 7 і 8, які між собою з'єднані послідовно та приєднані до послідовно з'єднаних акумуляторних батарей 9 і 10. До акумуляторних батарей 9 і 10 приєднано навантаження у вигляді лампи розжарювання 11 із вимикачем 12 та блок автоматичного керування. На вихід генераторів 1 і 2 приєднані також гальмівні резистори 13 і 14 для захисту акумуляторних батарей 9 і 10 від перезаряду.

Блок автоматичного керування виконано у вигляді вітряної турбіни 15, механічно з'єднаної із генератором постійного струму 16. Вихід генератора 16 з'єднано з базою транзистора 17, перехід „колектор – емітер” якого ввімкнено у коло живлення котушки 18 малогабаритного реле. Замикаючий контакт 19 реле 18 ввімкнений послідовно з котушкою 20 проміжного реле, розмикаючий контакт 21 якого ввімкнений у коло зарядки батарей 9 і 10 між „мінусом” акумуляторної батареї 9 і катодом випрямляча 7, а розмикаючий контакт 22 – між анодом випрямляча 7 і катодом випрямляча 8. Затискач „мінус” акумуляторної батареї 9 глухо з'єднаний з нейтраллю обмотки статора генератора 1, а катод випрямляча 8 – з нейтраллю обмотки генератора 2 [4].

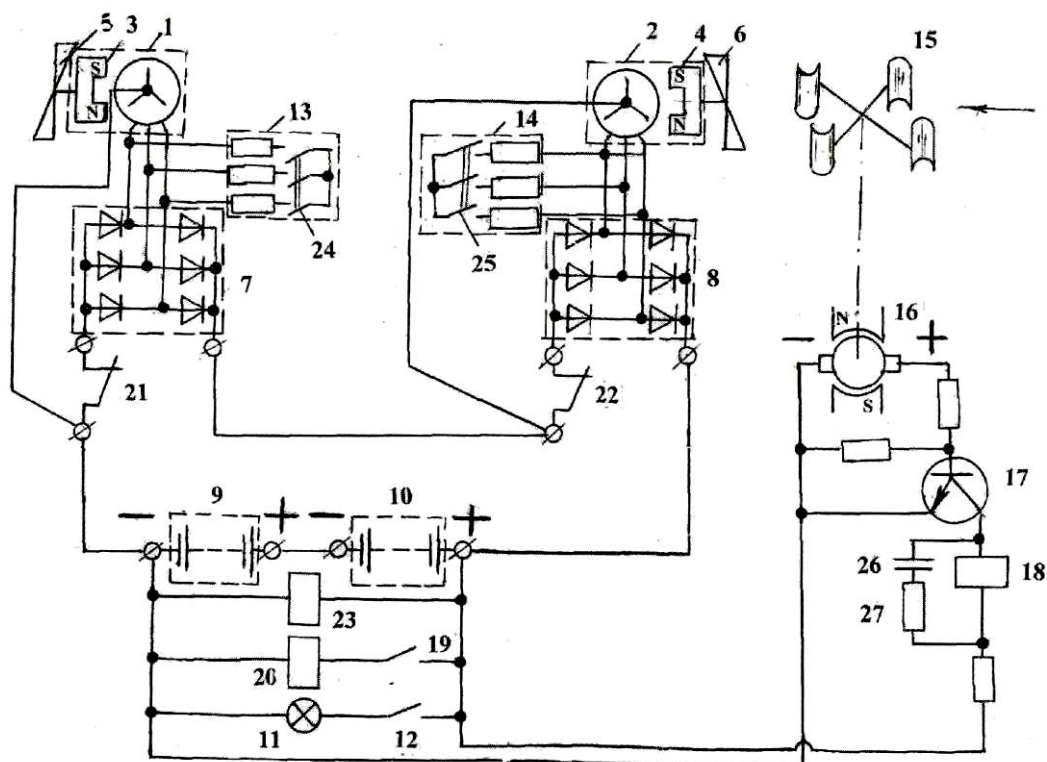


Рис. 3. Принципова електрична схема вітроелектричного зарядного агрегату з автоматично керованою частотою обертання повітряних роторів.

На вихід акумуляторів 9 і 10 приєднано також котушку 23 реле максимальної напруги, замикаючі контакти 24 і 25 якого ввімкнені у коло живлення гальмівних опорів 13 і 14.

Фізична модель працює наступним чином [4].

При досягненні вітром швидкості 6 м/с турбінка 15 (рис.4) приходить у рух. Генератор 16 виробляє струм, який насичує перехід „база – емітер” транзистора 17. Транзистор 17 відкривається і через котушку 18 малогабаритного реле починає текти струм. Контакт 19 малогабаритного реле 18 замикається у колі живлення котушки 20 проміжного реле, яке розмикає свої контакти 21 і 22 у колі мостових випрямлячів 7 і 8. Випрямлячі змінюють свою схему з'єднання з мостової на трифазну з нульовою точкою. Зарядний струм тече від затискача „мінус” акумуляторної батареї 9 через нейтраль обмотки генератора 1, анодну групу випрямляча 7, нейтраль обмотки генератора 2, анодну групу випрямляча 8 до затискача „плюс” акумуляторної батареї 10. Напруга зарядного струму відразу після розмикання контактів 21 та 22 проміжного реле 20 знижується у 2 рази, що викликає збільшення частоти обертання повітряних роторів 5 і 6 у таку ж кількість разів.

Із зниженням швидкості вітру до 5 м/с вітряна турбінка 15 припиняє рух, контакти 21 і 22 замикаються. Випрямлячі 7 і 8 починають

працювати за мостовою схемою. Частота обертання повітряних роторів 5 і 6 вдвічі знижується.

З метою запобігання нестабільній роботі реле 18 під час поривів вітру слугує ланцюжок затримки часу, виконаний на електролітичному конденсаторі 26 та резисторі 27 [4].



Рис. 4. Вимірювальний перетворювач швидкості вітру блоку автоматичного керування частотою обертання повітряних роторів вітроелектричного зарядного агрегату.

Таким чином, створена фізична модель вітроелектричного зарядного агрегату, яка при збільшенні швидкості вітру вище 6 м/с дозволяє автоматично змінювати схему з'єднання випрямляча зарядного пристрою з мостової на трифазну з нульовою точкою, що забезпечує значне збільшення габаритної потужності генератора і річного виробітку енергії агрегатом.

Висновки. При середньорічній швидкості вітру вище 6 м/с вітроелектричні зарядні агрегати доцільно виконувати з автоматичним двоступеневим регулюванням частоти обертання ВК, наприклад, за рахунок зміни схеми з'єднання випрямляча з мостової на трифазну з нульовою точкою, що узгоджується із зростанням потужності ВК при посиленні вітру. При цьому потужність генератора зростає у 2 рази, а річний виробіток електроенергії - на 20 – 50 %.

Література

1. *Жарков В.Я.* Від вітроенергетики комерційної до присадибної/
В.Я. Жарков // Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в

АПК України: вісник ХНТУСГ.– Харків, 2010.- Вип. 102. - С. 48-49.

2. Пат. 54512 Україна, МПК F03D1/00. Присадибна вітроенергоустановка / *В.Я. Жарков, Ю.Т. Лучанінов, В.Ю. Лучанінов.*- №u201006335; заявл. 25.05.2010; опубл. 10.11.2010, Бюл.№21.

3. *Козирський В.В.* Обґрунтування регулювальних якостей вітроелектричного зарядного агрегату/ *В.В. Козирський та ін.* В зб.: МЕСГ. Вип. 94. – К.: ННЦ ІМЕСГ, 2010. – С. 364-376.

4. Патент 92844 Україна, МПК (2009) F03D7/06, F03D3/00. Вітроелектричний зарядний агрегат /*В.І. Жоров, С.В. Жоров, Д.В.Тимошук* - Опубл. 10.12.2010. - Бюл. №23.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДНОГО АГРЕГАТА

В.Я. Жарков, В.И. Жоров, С.В. Жоров, Д.В.Тимошук

Аннотация – предлагается схема, обеспечивающая максимальное использование энергии ветра при работе ветродвигателя на аккумулятор.

ANALYSIS OF THE UNIT CHARGER WIND POWER

V. Zharkov, V. Zhorov, S. Zhorov, D. Timoshuk

Summary

Proposed scheme provides the maximum utilization of wind turbine at work on the accumulator.



УСТАНОВКИ МАГНИТО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Кузнецов И.О., к.т.н.,

Гулевский В.Б., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-23-41

Аннотация – работа посвящена вопросам обработки металлов магнито-импульсным способом на промышленных предприятиях.

Ключевые слова – электротехнологии, разряд импульса, закон Ампера, электромагнитная сила.

Постановка проблемы. Одним из распространенных способов использования электромагнитного поля в технологии обработки металлов – это силовое воздействие на металл с целью получения упругой деформации в нем с помощью импульсного электромагнитного поля [5, 7].

В основе этого вопроса лежит использование закона Ампера, в котором сказано, что на любой проводник с током, помещенный в переменное магнитное поле действует сила, направление которой определяется правилом «левой руки» [1]. Другими словами, если по металлической пластине, помещенной в переменное магнитное поле пропустить ток, то эта пластина будет из этого поля выталкиваться по закону Ампера. Если на пути ее движения поставить клише или форму, то эта пластина выгнется по форме этого клише, т.е. можно получить упругую деформацию с минимальными энергозатратами, не используя для этого мощные прессы. При этом источником магнитного поля может быть сама пластина, по которой протекает импульс электрического тока.

Анализ последних исследований. Для достижения больших динамических сил (давлений) через проводник нужно пропустить большой ток и создать большое магнитное поле [2, 5].

В обычных электромагнитных устройствах величина магнитного поля не превышает 2 Тл, а токи до 10...20 А/мм² [4]. Этого явно недостаточно для получения больших деформирующих механических напряжений (усилий).

Так как индукция насыщения обычных ферромагнитных материалов мала (1,5...2 Тл), то их применение для усиления магнитного поля не приносит результата.

Формулирование цели статьи. Единственный выход – кратковременное пропускание большого тока через проводник (импульс) при кратковременном пропускании тока в индукторе, создающем импульсное магнитное поле. Поэтому, основной задачей, которую необходимо раскрыть, является механизм, при котором происходит непосредственно обработка металла в импульсном магнитном поле и подборка технологических схем для реализации этого.

Основная часть. При пропускании тока плотностью порядка 10^{10} A/m^2 обычные материалы (Fe, Cu, Al) не плавятся в течении $t \leq 10^{-6} \text{ c}$ [2, 3]. В таком же импульсном режиме можно получить индукцию поля без разрушения индуктора при $B = 80 \text{ Тл}$, а с разрушением при $B = 200 \text{ Тл}$. Давление на проводник при этом составляет от 1кА до 1 МА.

В магнито-импульсной технологии используется сила, действующая на проводник с током, находящимся в магнитном поле либо внешнем, либо собственном

$$F = I \cdot B, \quad (1)$$

где I – объемная плотность тока, A/m^2 ;

B – магнитная индукция, Тл.

Для участков замкнутого контура, находящихся в собственном магнитном поле, направление электродинамических сил, действующих на проводник l , в направлении x , можно выразить

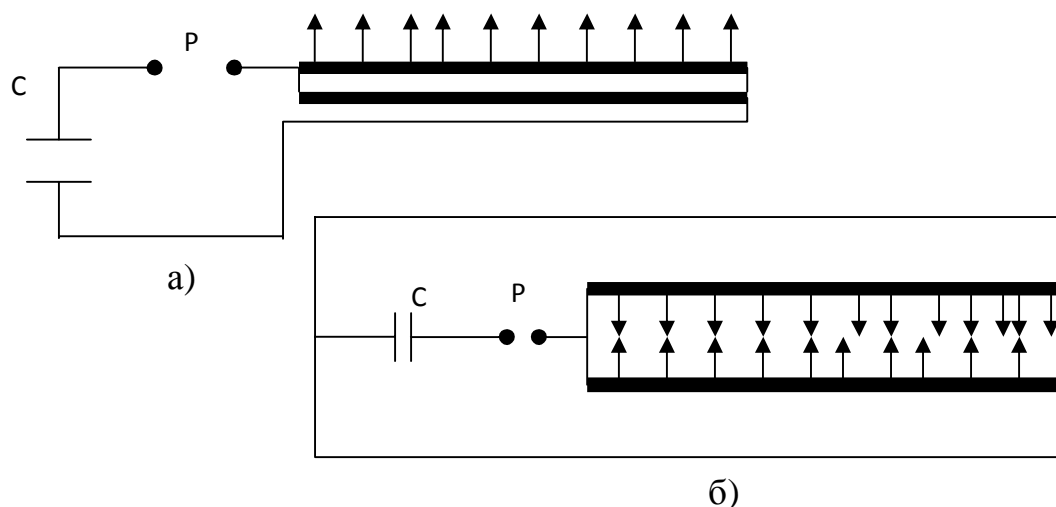
$$F = \frac{i^2}{2} \cdot \frac{dl}{dx}. \quad (2)$$

Продифференцировав силу, действующую на материал в определенной координате (2), получим

$$\frac{dW}{dx} = d\left(\frac{Li^2}{2}\right)/dx = \frac{i^2}{2} \cdot \frac{dL}{dX}. \quad (3)$$

Таким образом, из (3) следует, что проводник, по которому протекает электрический ток, возможно рассматривать как систему, в которой есть влияемый и влияющий факторы, т.е. магнитное поле, созданное протекающим током по детали, над которой требуется совершить деформацию, будет влиять на эту же деталь (рисунок 1). Так же нужно учесть, что если проводник с током уединен, существует сила,

которая стремится его сжать (или растянуть, в зависимости от направления ее влияния).

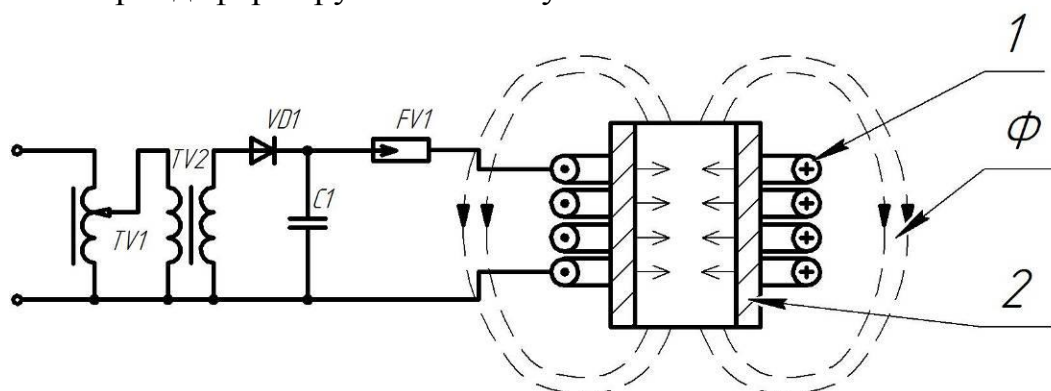


С – емкость (накопитель), Р – разрядник.

Рис. 1. Схемы магнито-импульсных установок с растягивающим а) и сжимающим б) усилиями.

Так же при данном виде обработки можно использовать отдельное устройство (индуктор) для создания внешнего магнитного поля, в которое помещается обрабатываемое поле (рисунок 2).

При протекании импульса тока [1, 4, 7] по виткам индуктора, когда разрядник FV1 пробивается и емкость С1 разряжается на индуктор 1, создается магнитный поток Φ , который индуцирует в заготовке 2 импульс "вихревого" тока. Его взаимодействие с магнитным полем обуславливает возникновение электромагнитных сил (показаны стрелками), которые могут достигать десятков тонн на квадратный сантиметр и деформируют заготовку.

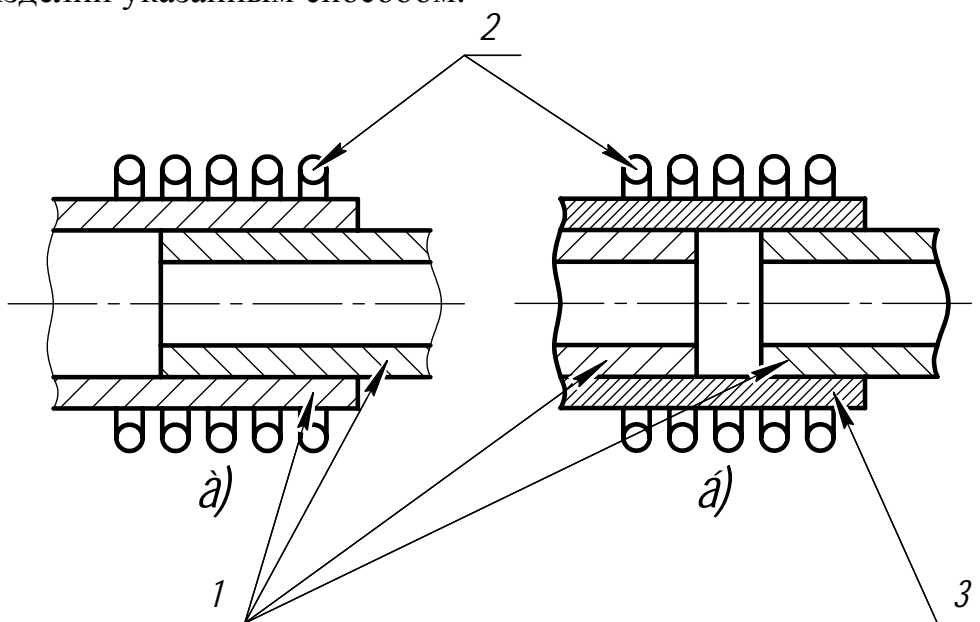


1 - индуктор; 2 - заготовка; С1 - емкостный накопитель (конденсаторная батарея); TV1 - автотрансформатор; TV2 - повышающий трансформатор; VD1 – диод (выпрямитель); FV1 – разрядник.

Рис. 2. Принципиальная схема установки для магнито-импульсной обработки.

На рисунке 3 в качестве примера приведены варианты обработ-

ки изделий указанным способом.



1 - заготовки; 2 - соленоид; 3 – муфта.

Рис. 3. Схема магнито-импульсной обработки: а) - соединение концов труб; б) - соединение труб муфтой.

При магнито-импульсной обработке достигаются скорости перемещения заготовки до нескольких сотен м/с.

Это явление используется в различных технологических процессах (штамповка, формообразование и т.д.).

Выводы. Отличительной особенностью магнито-импульсной обработки является отсутствие инерционной струи, через которую обычно передается давление на обрабатываемую деталь; распределение электродинамических сил по объему заготовки; возможность осуществлять операции в любой газовой среде или вакууме через изоляционные вставки. К преимуществам магнитной штамповки относятся также возможность точного регулирования электродинамических сил путем изменения электрических параметров установки, прироста оснастки, возможность полной автоматизации.

Литература

1. Болотов А.В. Электротехнологические установки: Учебник для вузов / А.В. Болотов, Г.А. Шепель. - М.: Высшая школа, 1988. - 336 с.
2. Басов А.М. Электротехнология / А.М. Басов, В.Г. Быков, А.В. Лаптев. - М.: Агропромиздат, 1985. - 256с.
3. Кудрявцев И.Ф. Электрический нагрев и электротехнология / И.Ф. Кудрявцев, В.А. Карасенко. - М.: Колос, 1975. – 356 с.
4. Свенчанский А.Д. Электротехнологические промышленные

установки: Учебное пособие / Под редакцией академика *А.Д. Свенчанского*. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 398с.

5. *Сарпулов Ф.Н.* Магнитогидродинамические машины с бегущим или пульсирующим магнитным полем: Учебное пособие / *Ф.Н. Сарпулов, О.Ю. Сидоров*. – Екатеринбург: УПИ, 1984. – 205с.

6. *Соколов Е.А.* Теплофикация и тепловые сети / *Е.А. Соколов*. – М.: Энергоиздат, 1982. – 360 с.

7. *Соколов М.М.* Электрооборудование механизмов электротермических установок / *М.М. Соколов, В.Н. Грасевич*. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 398с.

УСТАНОВКИ МАГНІТО-ІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ

Кузнецов І.О., Гулевський В.Б.

Анотація - робота присвячена питанням обробки металів магніто-імпульсним засобом на промислових підприємствах.

OPTIONS MAGNET IMPULSE OF TREATMENT OF MATERIALS

I. Kuznetsov, V. Gulevsky

Summary

Work is sanctified to the questions of treatment of metals a magnet impulse method on industrial enterprises.



РОЛЬ БЭП В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ БИООБЪЕКТОВ

Никифорова Л.Е., д.т.н.,

Кизим И.В.,

Богатырев Ю.О.,

Бабенко Е.Н.,

Попрядухин В.С., асп.*

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел/факс (0619) 42-23-41

Аннотация – рассмотрены причины возникновения биоэлектрических потенциалов растительных биообъектов и возможность их использования для управления адаптацией растений.

Ключевые слова – биоэлектрический потенциал, растительный биообъект, метаболический потенциал.

Постановка проблемы. В условиях непрерывного обмена с окружающей средой веществом, энергией и информацией в растительных организмах создаются токи заряженных частиц, которые образуют внутри и за его пределами тонко организованные в пространственном и временном отношениях постоянные и переменные электрические поля [1]. Эти электрические поля растительных организмов получили название биоэлектрических. Биоэлектрическая полярность растений выражается в различиях метаболических потенциалов между отдельными органами, тканями, клетками в устойчивом стационарном состоянии. Величина биоэлектрических потенциалов (БЭП) отражает реальные процессы обмена веществ и неразрывно связана с физиологическим состоянием живого организма, а устойчивое неравновесное состояние в растительных организмах поддерживается за счет непрерывно протекающих в них процессов обмена веществ [2]. Таким образом, при исследовании различных способов стимулирования развития растительных биообъектов (РБО) измерение величины БЭП может использоваться для оценки функционального состояния растений на разных стадиях органогенеза.

Анализ последних исследований. Различные исследования свиде-

© д.т.н., проф. Никифорова Л.Е., инж. Кизим И.В., инж. Богатырев Ю.О., инж. Бабенко Е.Н., асп. Попрядухин В.С.

*Научный руководитель - д.т.н., проф. Никифорова Л.Е.,

тельствуют о многообразии роли БЭП в жизнедеятельности растений. Она направлена на поддержание общей целостности организма и выполняет координирующую роль в реализации плана его развития в условиях действия постоянно меняющихся временных, абиотических (физико-химических и природно-климатических факторов) и биотических факторов окружающей среды.

Формулирование цели статьи. Целью статьи является рассмотрение влияния внешних факторов на возникновение БЭП РБО и возможность использования БЭП для управления адаптацией растений в неблагоприятных условиях.

Основная часть. По причине возникновения БЭП в основном делятся на 4 группы [3]:

- потенциал покоя выражает электрофизиологическое свойство живого образования, находящегося в состоянии покоя. Он представляет разность потенциалов между живой структурой и окружающей нейтральной средой. Живые структуры заряжены, как правило, отрицательно относительно среды. Потенциал покоя является основной характеристикой организма, на его физико-химической основе формируются все остальные биоэлектрические явления;

- демаркационные потенциалы возникают в любом организме между его поврежденным участком и остальной интактной поверхностью;

- метаболические потенциалы возникают между участками живых тканей с разным уровнем обмена веществ. Они представляют собой разность между потенциалами покоя отдельных структур растения. При этом участок более интенсивного обмена становится электроотрицательным по отношению к окружающим тканям. В большинстве случаев метаболические потенциалы являются постоянными по полярности и медленно меняющимися по величине от единиц до десятков милливольт для травянистых растений;

- потенциалы течения в растительных организмах генерируются на основе электрокинетических явлений в проводящих пучках растения. На границе раздела двух фаз - внутренних целлюлозных оболочек сосудов и водной среды образуется двойной электрический слой путем адсорбирования анионов на стенки сосудов из дисперсионной фазы, в которой остаются катионы. Потенциал течения возникает при нарушении симметрии двойного электрического слоя течением жидкости через капиллярные сосуды растения.

Импульсная биоэлектрическая активность характеризует изменения в функциональной жизнедеятельности РБО и передаёт эти флуктуации как ответ на изменения в среде обитания и на воздействия возмущающих внешних факторов. Известны три типа импульсной электрической активности:

- потенциалы действия (ПД) - импульсные электрические ответы на надпороговое раздражение, которые разделяют на распространяющиеся и местные. Длительность импульса всех видов ПД составляет от нескольких до десятков секунд;

- переменный потенциал (ВБ) - реакция высших растений на повреждающие или высокоэнергетические воздействия. Длительность сигнала составляет от нескольких до десятков минут, амплитуда варьируется от 20 до 120 мВ. По форме ВБ отличается от ПД более длительной нисходящей ветвью импульса;

- микроритмика - особый вид ритмической импульсной электрической активности у растений. Диапазон амплитуд микроимпульсов - десятки и сотни микровольт, длительность импульсов - от десятков до сотен миллисекунд. Микроритмы БЭП приводят к быстрому увеличению концентрации ионов, запускающих стрессовую реакцию растений.

Результаты работ с применением достижений электронной техники достоверно свидетельствуют об активной управляющей роли биоэлектрической полярности в росте, развитии и других процессах жизнедеятельности растений [4].

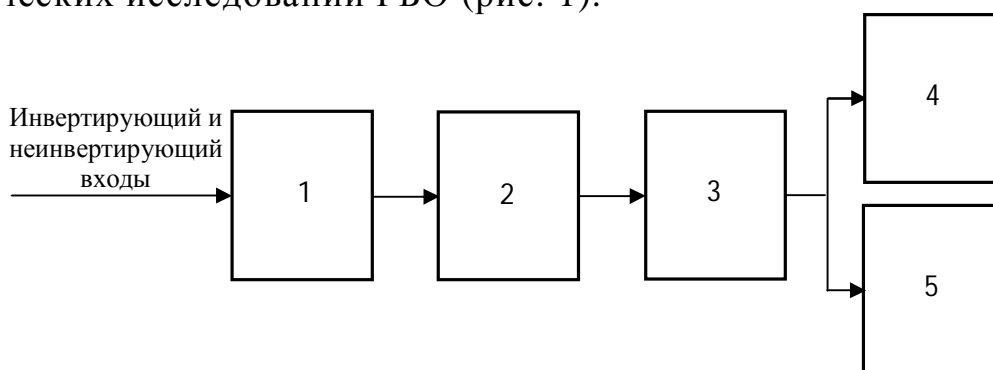
Проведённые исследования показывают принципиальную возможность использования БЭП для оценки функционального состояния растений, клеток, жизнеспособности семян и изучения природы электрической полярности растения. На БЭП РБО влияют абиотические и биогенные факторы: температура, свет, напряженность, влага в почве, электрическое, магнитное и гравитационное поля, лазерное и ионизирующее излучение, химические и биологически активные вещества, атмосферное электричество, газовый состав атмосферы, суточная и сезонная изменчивость других возмущающих факторов среды. К тому же, БЭП являются одним из наиболее быстрых способов передачи информации между различными тканями и органами растительного организма.

Эффективность такого рода коммуникаций очевидна при быстрой реакции растений на внешние возмущающие воздействия. В растениях потенциалы действия являются основной формой передачи информации и могут быть индуцированы температурными изменениями, механическими воздействиями, вызывающими давление, укол, изгиб стебля или деформацию листа, химическими агентами, изменением направления магнитного и гравитационного полей и монохроматическими локальными (низкоэнергетическими) воздействиями ЭМИ в широком диапазоне длин волн. Амплитуда отклика БЭП (1...70 мВ) зависит от типа внешнего воздействия.

Исследования также показывают, что искусственная коррективировка значений градиентов БЭП с помощью внешних информа-

ционных и низкоэнергетических электрофизических факторов позволяет влиять на процессы роста и развития растений. Внешнее электрическое поле физиологической напряженности способно изменять физиологические функции растения: ускорять, или ингибировать, усиливать его рост и адаптацию.

С учётом вышесказанного, с целью исследования биоэлектрических характеристик растений в контролируемых условиях и с целью технической реализации средств измерения БЭП была разработана структурная схема аппаратуры для электрофизиологических исследований РБО (рис. 1).



1 – инструментальный усилитель; 2 – смеситель; 3 – микроконтроллер; 4 – индикатор; 5 – запоминающее устройство.

Рис. 1. Структурная схема устройства измерения БЭП.

БЭП РБО поступает на вход инструментального усилителя, далее с помощью смесителя двухполярный сигнал преобразуется в однополярный и поступает на вход микроконтроллера, где происходит аналого-цифровое преобразование, после чего результат измерения запоминается и отображается на индикаторе.

Выводы. Отдельные виды электрической полярности РБО несут информацию о физиологическом состоянии организма при действии неблагоприятных абиотических факторов среды, поддерживая морфологическую целостность организма, постоянную адаптацию растения к условиям среды и выполняя координирующую роль, при этом они являются наиболее чувствительными и откликающимися на управление критериями функционального состояния растений.

Литература

1. Прищеп Л.Г. Механизм обмена информацией в растительном и животном мире / Л.Г. Прищеп // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1996. - № 8. - С. 17-20.

2. Опритов В.А. Биоэлектрогенез у высших растений / В.А. Опритов, С.С. Пятыгин, В.Г. Ретивин. - М.: Наука, 1991. - 216 с.

3. Коган А.Б. Электрофизиология / А.Б. Коган. - М.: Высшая школа, 1969. - 368 с.

4. Синюхин А.М. Характер изменения биоэлектрических потенциалов в процессе регенерации растений / А.М. Синюхин // Биофизика, 1958. - Т.2, вып.1. - С.33-37.

РОЛЬ БЕП В ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ РОСЛИННИХ БІОБ'ЄКТІВ

Никифорова Л.Є., Кізім І.В., Богатирьов Ю.О., Бабенко О.М.,
Попрядухін В.С.

Анотація - розглянуті причини виникнення біоелектричних потенціалів рослинних біоб'єктів і можливість їх використання для управління адаптацією рослин.

ROLE OF BIOELECTRIC POTENTIALS IN THE VITAL FUNCTIONS OF VEGETABLE BIOLOGICAL OBJECTS

L. Nikiforova, I. Kizim, Y. Bogatyrov, E. Babenko, V. Popryaduchin

Summary

The reasons of origin of bioelectric potentials of vegetable biological objects and possibility of their use for the management by adaptation of plants are considered.



РАЦІОНАЛЬНЕ ЕКОЛОГІЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ МАШИНО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ (МТА) І СВІТЛИХ НАФТОПРОДУКТІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Вороновський І.Б., к.т.н.

Таврійський державний агротехнічний університет

Тел/факс 8-(0619)-44-02-74

Анотація - розглядаються екологічні проблеми, що пов'язані із ефективним застосуванням МТА та світлих нафтопродуктів в агропромисловому виробництві та їх вплив на стан довкілля.

Ключові слова – нафтопродукти, машино-тракторний агрегат, екологія, фільтр, двигун, мастило, дизельне паливо.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку агропромислового виробництва вимагає здійснення невідкладних заходів щодо охорони навколишнього середовища. Насамперед це стосується складу й організації використання технічних засобів. Серйозною екологічною проблемою агропромислового виробництва є проблема фізичного, фізико-хімічного та хімічного забруднення навколишнього середовища. Агропромислове виробництво одночасно є і забруднювачем і реципієнтом, сприймаючим зовнішнє забруднення. Великої шкоди задається сільськогосподарському виробництву глобальним забрудненням ґрунтів і атмосфери, викидами підприємств і автотранспорту, нафтопродуктами, токсичними елементами і баластовими речовинами.

Ефективність сільськогосподарського виробництва в значній мірі визначається працездатністю автотракторної та сільськогосподарської техніки в різних умовах експлуатації. При цьому виробітка на один умовний трактор зменшується, а витрата пального на одиницю сільськогосподарської продукції безперервно збільшується за рахунок погіршення технічного стану паливної апаратури.

Аналіз останніх досліджень. Тісний зв'язок сільськогосподарського виробництва з природою в умовах індустріалізації призвів, в остаточному підсумку, до масштабних негативних змін природного середовища. Сільське господарство, яке раніше практично повсюдно сприяло поліпшенню природного середовища, при переході на інтенсивний шлях розвитку стало її руйнівником. Виникаючі агроекологічні проблеми обумовлені тим, що значна частина екосистем, у яких

здійснюється сільськогосподарське виробництво, втратила здатність до саморегуляції [1].

Широке використання природних ресурсів та продуктів їх переробки в усіх галузях господарської діяльності людини сприяє тому, що щорічно в результаті згорання різного виду палива в атмосферу викидається до 20 млрд. тон двоокису вуглецю, в гідросферу скидається більш ніж 160 куб. км промислових стоків, в ґрунт вноситься більш ніж 500 млн. тон мінеральних добрив і майже 3 млн. тон отрутохімікатів. При цьому 30 % засобів захисту рослин і мінеральних добрив змивається стоками у водойми [1].

Установлені фільтри на сучасні сільськогосподарські енергетичні засоби при такій забрудненості дизельного палива не забезпечують потрібної якості його очищення, що викликає прискорене зношення сполучень паливної системи і шатунно-поршньової групи двигуна і часту їх заміну [2]. Таким чином управління надійністю двигуна, а отже функціональною стабільністю МТА можливе шляхом забезпечення потрібного рівня забрудненості дизельного палива.

Сучасний етап розвитку агропромислового виробництва вимагає здійснення невідкладних заходів щодо охорони навколишнього середовища. Передусім це стосується складу та організації використання технічних засобів, що безпосередньо пов'язано із застосуванням нафтопродуктів та їх впливом на стан довкілля. Вирішення екологічних проблем вимагає не стільки подолання негативних наслідків виробничої діяльності, скільки усунення причин екологічних негараздів.

Формулювання мети дослідження. Постала проблема формування нової технологічної та екологічної культури, що передбачає розвиток та розповсюдження передових технологій, застосування альтернативних екологічнобезпечних видів енергії та раціональне використання нафтопродуктів і МТА, закономірності впливу забрудненості дизельного палива механічними домішками і водою на надійність МТА.

Основна частина. В сучасних умовах значно зросли ступінь та інтенсивність втручання людини в природні процеси, що призвело до забруднення довкілля не дивлячись на розробку та впровадження цілої низки природоохоронних заходів. Негативна економічна ситуація, яка склалася в Україні за останні роки, призвела до деградації технічної бази аграрного виробництва, зниження як кількісних, так і якісних параметрів машино-тракторного парку, технічного виробництва в цілому. Диспаритет цін практично заблокував придбання необхідних селу сільгоспмашин. В результаті основу технічного парку аграрних підприємств складає техніка, що була придбана ще в дореформений період. Навантаження на неї значно перевищує нормативний рівень.

Для нашої країни надзвичайно важливою в умовах переходу до

ринку є проблема економного і високоефективного застосування нафтопродуктів, яка загострюється зараз кризою забезпечення енергоносіями, що має як економічний, так і екологічний аспекти. Сільськогосподарське виробництво України витрачає такий обсяг нафтопродуктів (від їх загального виробництва, млн. т): дизельне паливо понад 7 млн. т (від 14 млн. т); бензин – 4,5 млн. т (від 10 млн. т); мастила – 2,8 млн. т (від 5,6 млн. т) [3].

Значним є забруднення ґрунтів та атмосфери викидами транспортних засобів, в яких міститься велика кількість важких металів. Ця проблема особливо загострилася в останні роки, коли відбувається експлуатація машинно-тракторного парку, що переважно відпрацював свій амортизаційний термін, або технічно не справний. Це призводить до значних перевитрат нафтопродуктів (зокрема дизельного палива та моторних мастил), а також значному збільшенню шкідливих викидів в атмосферу. Зокрема кількість нафтопродуктів, що випаровуються в атмосферу залежить від: справності дихальних клапанів (втрати до 9 %); від температури навколишнього середовища (її підвищення з 10 °С до 20 °С призведе до росту втрат в 5 разів); від міри заповнення резервуарів (якщо заповнення складає 50 % від об'єму, то втрати зростають в 5...6 разів, а біля 20 % - в 25...30 разів). Чимало втрачається нафтопродуктів під час їх заправки (до 12%, по кількості втрат це друге місце після зберігання), незадовільного технічного стану обладнання - 7% [4].

Аналіз відмов техніки доводить, що використання неякісних нафтопродуктів є причиною виходу з ладу систем живлення більш ніж у 50 % випадків, мастильної системи – у 20 % випадків і передчасного припинення експлуатації сільськогосподарської техніки в 25 % випадків. Ця обставина негативно позначається на економічному стані господарств, тому що, наприклад, відновлення силового агрегату комбайну чи трактора обходиться господарствам в 11...29 тис. грн. [2,3].

Під час технічного обслуговування паливно-розподільних колонок (ПРК) та резервуарів по збереженню нафтопродуктів зливається відстій нафтопродуктів в ґрунт через 3 дні після кожного їх наповнення. Натомість, за матеріалами звітності, цілодобові простой сільськогосподарської техніки з цих причин складають до 60 %.

З урахуванням цього, годинна продуктивність МТА на оранці може бути вичислена наступним чином

$$W = \frac{0,36N'_{кр}\beta}{0,5K_o h \left(1 - \frac{V_o \Delta C}{100}\right) + \sqrt{0,25K_o^2 h^2 \left(1 - V_o \cdot \frac{\Delta C}{100}\right) + \frac{3,6N'_{кр} \xi_{кр} \Delta C}{100b_k n_k \beta}}}, \text{ га/год. (1)}$$

де K_o - питомий тяговий опір плуга при швидкості МТА;
 $V_o = 5$ км/год, кПа;
 h - глибина оранки, м;
 V'_p - робоча швидкість МТА, км/год;
 $\Delta C / 100$ - темп зростання питомого тягового опору в залежності від швидкості МТА, $\Delta C / 100 = 3$ % год/км;
 b_k - ширина леміша, м;
 n_k - кількість лемешів;
 β - коефіцієнт використання ширини леміша, $\beta = 1,04 \dots 1,06$.
 Погектарна витрата палива, без урахування роботи на холостому ході і поворотах, визначається по формулі

$$g_{za} = \frac{g_e N'_{кр}}{W}, \text{ кг/га}, \quad (2)$$

де g_e – питома витрата палива, кг/кВт·год;
 $N'_{кр}$ – крюкове поточне значення потужності, кВт.
 Поточне значення крюкової потужності трактора можна представити наступною залежністю

$$N'_{кр} = N'_{ен} \cdot \xi_{N_{кр}} = N_{кр \max} \cdot \frac{N'_{ен}}{N_{ен \max}}, \quad (3)$$

де $\xi_{N_{кр}} = \frac{N_{кр \max}}{N_{ен \max}}$ - коефіцієнт використання потужності двигуна

на крюку;

$$\xi_{N_{ен}} = \frac{N'_{ен}}{N_{ен}} - \text{коефіцієнт використання ефективної потужності}$$

двигуна;

$N'_{ен}$ – поточне значення ефективної потужності двигуна, головним чином, залежне від технічного стану шатунно-поршневої групи і паливної системи.

Якщо зробити допущення, що технічний стан шатунно-поршневої групи незмінний, а в процесі напрацювання змінний тільки технічний стан паливної системи, що характеризується гідравлічною густиною плунжерних пар паливного насоса високого тиску ПНВТ, то стає очевидним що між ефективною потужністю та цикловою подачею діє функціональна залежність

$$N'_{ен} = f(\zeta), \quad (4)$$

де ζ – циклова подача ПНВТ.

При роботі двигуна на паливі з різною забрудненістю є очевидним, що залежності $\zeta = f(T)$ будуть різні.

Використовуючи основні положення методики теплового розрахунку двигуна і знаючи залежність $\zeta = f(T)$ циклової подачі ПНВТ від напрацювання, можна одержати залежності питомої витрати палива $g_e = f(T)$, а отже і поточного значення ефективної потужності двигуна

$$N'_{ен} = f(T), \quad (5)$$

де T – напрацювання машино-тракторного агрегату в мотогодинах.

Для встановлення закономірностей $\zeta = f(T)$ зміни циклової подачі ПНВТ в процесі, рядовій експлуатації для різних варіантів використання дизельного палива були проведені спеціальні експериментальні дослідження. З цією метою були встановлені спостереження за дев'ятьма мобільними сільськогосподарськими агрегатами на базі трактора Т-150 К з двигунами СМД-62 з серійними фільтрами тонкого очищення 2ТФ-3 і ПНВТ типу 221.1111.004-40. Вказані трактори були розбиті на три групи: перша група тракторів заправлялася паливом в стані поставки; друга група тракторів заправляла паливом відстоєм не менше 48 годин; третя група тракторів заправлялася паливом заздалегідь очищеним фільтром-водовіддільником.

Разом з тим, для ефективного екологічного застосування нафтопродуктів, значного зменшення кількості викидів в атмосферу та зливу їх відстою в ґрунт нами пропонується до запровадження комплекс заходів, що заключається в застосуванні фільтрів-водовіддільників, як в ПРК під час заправки, так і в системах паливоподачі дизельних двигунів, а також повітряних фільтрів в горловині паливного баку в процесі експлуатації сільськогосподарської техніки в умовах аграрного виробництва [5,6,7].

Застосування цих заходів дозволяє практично уникнути викидів в атмосферу випаровувань нафтопродуктів і уникнути їх зливу в ґрунт при проведенні технічного обслуговування системи паливоподачі дизельних двигунів та ПРК. Значний екологічний та економічний ефекти досягаються за рахунок розробки та застосування принципово нової конструкції фільтрів-водовіддільників, що складаються з роз'ємних пористих елементів: фільтруючого, коагулюючого та водовідштовхувального (ефективність зневоднення – 98...99 %, тонкість відсіву механічних домішок – 10...15 мкм). При цьому ресурс роботи фільтруючих елементів складає – понад 960 мото-годин, а

коагулюючого та водовідштовхувального елементів необмежений, ресурс роботи фільтрів тонкої очистки – більше 1500 мото-годин, а з відстою зливалась виключно тільки вода та механічні домішки, що обумовило захист довкілля від забруднення та економію нафтопродуктів (до 12...21 %)

Висновки. Таким чином, запропонований комплекс заходів по захисту палива від забруднень та його очищенню, дозволяють значно підвищити ефективність зневоднення нафтопродуктів (99%) та повноту відсіву з них механічних домішок (75%) та уникнути викидів в атмосферу випаровувань світлих нафтопродуктів (до 30%) і їх зливів в ґрунт (понад 20%). За рахунок цього досягається значний економічний і екологічний ефект при використанні нафтопродуктів та МТА, що обумовлює підвищення ефективності агропромислового виробництва в цілому.

Експлуатаційні випробування МТА і зернозбиральних комбайнів із застосуванням розроблених конструкцій пробки заливної горловини паливного баку, фільтрів-водовіддільників системи живлення енергетичного засобу та засобу заправки дозволили збільшити ресурс фільтрів тонкої очистки з 750 до 1500 мотогодин.

Література

1. *Черевко Г.В.* Економіка природокористування / *Г.В. Черевко, Яцків М.І.* Навчальний посібник для студ. с.-г. вузів екон. спец.-Л.:Світ,1995.-206 с.
2. *Дідур В.А.* Вплив забрудненості дизельного палива на ефективність використання машинно-тракторних агрегатів (МТА) / *В.А. Дідур, В.В. Дідур, І.Б. Вороновський* // Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2005 – Вип. 33. – с. 3 – 13.
3. *Вороновський І.Б.* Підвищення ефективності використання сільськогосподарської техніки / *І.Б. Вороновський* // Науковий вісник Національного аграрного університету. Випуск 51,- 2002. - 286 с.
4. *Итинская Н.И.* Автотракторные эксплуатационные материалы / *Н.И. Итинская, Н.А. Кузнецов.* –3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987.- 271 с.
5. Патент України № 66522А «Фільтр-водовіддільник» / *Кюрчев В.М., Вороновський І.Б.*; Опубл. 17.05.04., Бюл. № 5.
6. Патент України № 5544 «Фільтр-водовіддільник» / *Вороновський І.Б., Вороновський Б.І.*; Заявник та патентовласник ТДАТА; Опубл. 15.03.05 р., Бюл. № 3.
7. Патент України № 6038 «Фільтр-водовіддільник» / *Вороновський І.Б., Вороновський Б.І.*; Заявник та патентовласник ТДАТА; Опубл. 15.04.05 р., Бюл. № 4.

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ (МТА) И СВЕТЛЫХ
НЕФТЕПРОДУКТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Вороновский И.Б.

Аннотация - рассматриваются экологические проблемы, которые связаны с эффективным применением МТА и светлых нефтепродуктов в агропромышленном производстве и их влияние на состояние окружающей среды.

**ECOLOGICAL PROBLEM'S USE MACHINE-TRACTOR
AGGREGATES (MTA) OIL AND PRODUCTS IN AGRICULTION
PRODUCTION**

I. Voronovsky

Summary

Ecological problems dealing with light oil product and MTA storage and usage in agroindustrial production have been considered.



ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПУНКТАХ

Никифорова Л.Є., д.т.н.,

Постнікова М.В., к.т.н.,

Карпова О.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-23-41

Анотація – в роботі приведені дослідження оптимізації процесу очищення зерна на потокових лініях зернопунктів.

Ключові слова – енергозбереження, раціональне використання електроенергії, економія електроенергії, зерноочисні агрегати.

Постановка проблеми. Позитивні зрушення в розвитку агропромислового комплексу, що спостерігаються в останні роки, вимагають більшої кількості електроенергії, яка є основним енергетичним джерелом його динамічного розвитку. Збільшення цін на електроенергію і обмежені можливості у використанні енергоресурсів обумовили проблему енергозбереження, яка останнім часом набула особливої актуальності.

Аналіз останніх досліджень. Питанням оптимізації технологічних процесів на зернопереробних підприємствах присвячені роботи [1, 2]. Однак, питання оптимізації технологічних процесів очищення зерна на потокових лініях зернопунктів освітлені недостатньо повно [3]. Для визначення впливу факторів на критерій оптимізації технологічних процесів очищення зерна на потокових лініях зернопунктів доцільно провести багатофакторний експеримент [4, 5].

Формулювання мети статті. В роботі поставлена задача оптимізації процесу очищення зерна на потокових лініях зернопунктів.

Основна частина. Задача оптимізації процесу очищення зерна на потокових лініях зернопунктів - знайти такі режими роботи поточної лінії очищення зерна, які в діапазоні зміни вхідних параметрів представляли мінімум питомої витрати електроенергії. Після отримання адекватної математичної моделі другого порядку були визначені координати оптимуму. Наприклад, для визначення мінімальної питомої витрати електроенергії для зерноочисного агрегату ЗАВ-20 - дві потокові лінії з трієрами - рівняння регресії другого порядку (1) диференційовано по кожному фактору і прирівняне до нуля.

$$\hat{y} = 1,9984 - 0,3817 x_1 + 0,095 x_2 + 0,0292 x_3 + 0,0025 x_1 x_3 + 0,1244 x_1^2 + 0,0336 x_2^2 + 0,0134 x_3^2 ; \quad (1)$$

$$\frac{\partial \hat{y}}{\partial x_1} = -0,3817 + 0,2428 x_1 + 0,0025 x_3 = 0 ;$$

$$\frac{\partial \hat{y}}{\partial x_2} = 0,095 + 0,0672 x_2 = 0 ;$$

$$\frac{\partial \hat{y}}{\partial x_3} = 0,0292 + 0,0025 x_1 + 0,0268 x_3 = 0 .$$

Вирішивши систему рівнянь, одержали координати центра в кодованих одиницях

$$x_{1s} = 1,58; \quad x_{2s} = -1,41; \quad x_{3s} = -1,24; \quad y_s = 1,61,$$

яким відповідають наступні значення факторів і функції цілі в фізичних одиницях (рис. 1 - крива 3).

$$Q = 14,5 \text{ т/год.}; \quad \text{Вол.} = 11,4\%; \quad \text{Зас.} = 2,9\%; \quad W_{\text{пит.}} = 1,61 \text{ кВт}\cdot\text{год./т.}$$

Аналогічні дослідження проведені для інших потокових ліній зерноочисного агрегату ЗАВ-20.

Для двох потокових ліній без трієрів рівняння регресії другого порядку (2) диференційовано по кожному фактору і прирівняне до нуля.

$$\hat{y} = 1,7437 - 0,4629 x_1 + 0,053 x_2 + 0,0183 x_3 + 0,0275 x_1 x_2 + 0,2042 x_1^2 + 0,0455 x_2^2 + 0,0118 x_3^2 ; \quad (2)$$

$$\frac{\partial \hat{y}}{\partial x_1} = -0,4629 + 0,4084 x_1 + 0,0275 x_2 = 0 ;$$

$$\frac{\partial \hat{y}}{\partial x_2} = 0,053 + 0,0275 x_1 + 0,091 x_2 = 0 ;$$

$$\frac{\partial \hat{y}}{\partial x_3} = 0,0183 + 0,0236 x_3 = 0 .$$

Вирішивши систему рівнянь, одержали координати центра в кодованих одиницях

$$x_{1s} = 1,2; \quad x_{2s} = -0,94; \quad x_{3s} = -0,78; \quad y_s = 1,43,$$

яким відповідають наступні значення факторів і функції цілі в фізичних одиницях (рис. 1 - крива 4).

$$Q = 15,7 \text{ т/год.}; \text{ Вол} = 12,1\%; \text{ Зас.} = 3,1\%; W_{\text{пит.}} = 1,43 \text{ кВт}\cdot\text{год./т.}$$

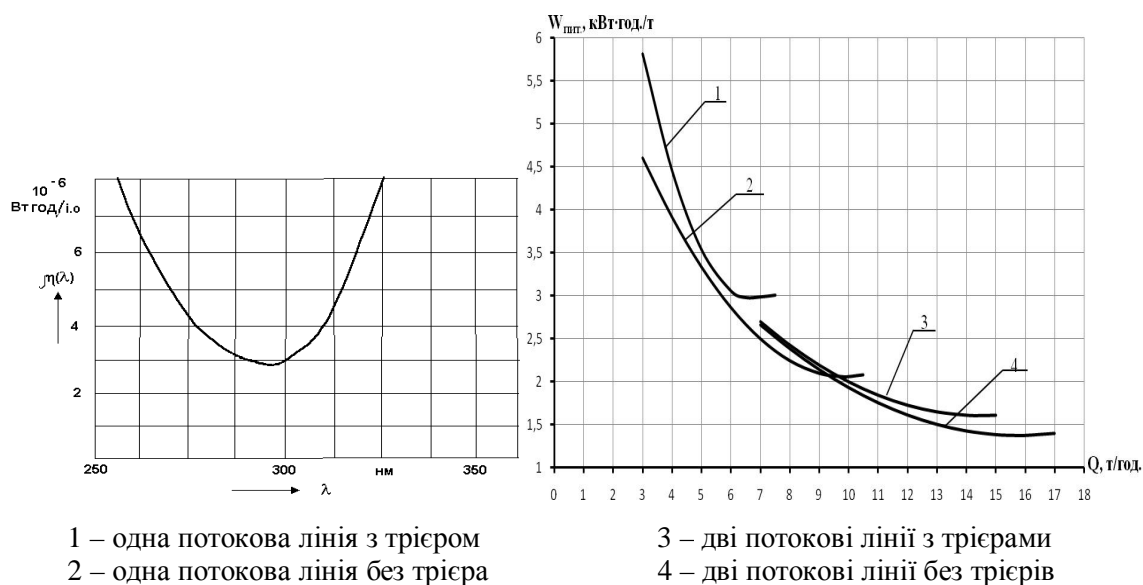


Рис. 1. Залежності питомих витрат електроенергії в функції продуктивності потокових ліній при оптимальних значеннях вологості та засміченості.

Для однієї потокової лінії з трієром рівняння регресії другого порядку (3) диференційовано по кожному фактору і прирівняне до нуля.

$$\hat{y} = 3,7047 - 0,6702 x_1 + 0,1899 x_2 + 0,0977 x_3 + 0,0813 x_2 x_3 + 0,2246 x_1^2; \tag{3}$$

$$\frac{\partial \hat{y}}{\partial x_1} = -0,6702 + 0,4492 x_1 = 0;$$

$$\frac{\partial \hat{y}}{\partial x_2} = 0,1899 + 0,0813 x_3 = 0;$$

$$\frac{\partial \hat{y}}{\partial x_3} = 0,0977 + 0,0813 x_2 = 0.$$

Вирішивши систему рівнянь, одержали координати центра в кодованих одиницях:

$$x_{1s} = 1,49; \quad x_{2s} = -1,2; \quad x_{3s} = -2,34; \quad y_s = 2,98,$$

яким відповідають наступні значення факторів і функції цілі в фізичних одиницях (рис. 1 - крива 1):

$$Q = 6,5 \text{ т/год.}; \quad \text{Вол.} = 11,7\%; \quad \text{Зас.} = 2,3\%; \quad W_{\text{пит.}} = 2,98 \text{ кВт}\cdot\text{год./т.}$$

Для однієї потокової лінії без трієра рівняння регресії другого порядку (4) диференційовано по кожному фактору і прирівняне до нуля:

$$\hat{y} = 2,748 - 0,5451 x_1 + 0,0411 x_2 + 0,0703 x_3 + 0,1216 x_1^2 + 0,0271 x_2^2 + 0,0203 x_3^2; \quad (4)$$

$$\frac{\partial \hat{y}}{\partial x_1} = -0,5451 + 0,2432 x_1 = 0;$$

$$\frac{\partial \hat{y}}{\partial x_2} = 0,0411 + 0,0542 x_2 = 0;$$

$$\frac{\partial \hat{y}}{\partial x_3} = 0,0703 + 0,0406 x_3 = 0.$$

Вирішивши систему рівнянь, одержали координати центра в кодованих одиницях

$$x_{1s} = 2,2; \quad x_{2s} = -0,76; \quad x_{3s} = -1,73; \quad y_s = 2,06,$$

яким відповідають наступні значення факторів і функції цілі в фізичних одиницях (рис. 1 - крива 2):

$$Q = 9,86 \text{ т/год.}; \quad \text{Вол.} = 12,4\%; \quad \text{Зас.} = 2,6\%; \quad W_{\text{пит.}} = 2,06 \text{ кВт}\cdot\text{год./т.}$$

Висновки. В результаті проведення експериментальних досліджень отримані залежності у вигляді рівнянь регресії питомих витрат енергії в функції продуктивності поточкових ліній, вологості зерна та його засміченості, які дозволяють оптимізувати режим обробки зерна. Так, для двох поточкових ліній з трієрами мінімум питомої витрати електроенергії 1,61 кВт·год./т отриманий при продуктивності 14,5 т/год., вологості 11,4% та засміченості 2,9%;

- одна потокова лінія з трієром – 2,98 кВт·год./т при продуктивності 6,5 т/год., вологості 11,7%, засміченості 2,3%;

- одна потокова лінія без трієра – 2,06 кВт·год./т при продуктивності 9,8 т/год., вологості 12,4%, засміченості 2,6%;

- дві лінії без трієрів - 1,43 кВт·год./т при продуктивності 15,7 т/год., вологості 12,1%, засміченості 3,1%.

Література

1. *Останчук Н.В.* Оптимизация технологических процессов на зерноперерабатывающих предприятиях / *Н.В. Останчук.* – М.: Колос, 1974. – 270 с.
2. *Останчук Н.В.* Математическое моделирование технологических процессов хранения и переработки зерна / *Н.В. Останчук.* – М.: Колос, 1977. – 240 с.
3. *Постнікова М.В.* Оптимізація технологічних процесів очищення зерна на поточкових лініях зернопунктів / *М.В. Постнікова, О.П. Карпова* // Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: Вісник Харківського національного університету сільськогосподарства імені Петра Василенка. – Харків, 2006. – Вип. 43, т. 1. – С. 192-196.
4. *Назарьян Г.Н.* Практический курс планирования эксперимента / *Г.Н. Назарьян.* – Мелитополь: ТГАТА, 1999. – 66 с.
5. *Адлер Ю.П.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / *Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.Б. Грановский.* – М.: Наука, 1976. – 280 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПУНКТАХ

Никифорова Л.Е., Постникова М.В., Карпова А.П.

Аннотация – в работе приведены исследования оптимизации процесса очистки зерна на поточных линиях зернопунктов.

OPTIMIZATION OF THE PROCESS PEELINGS GRAIN ON CORN POINTS

L. Nikiforova, M. Postnikova, A. Karpova

Summary

In work are brought studies to optimization of the process peelings grain on production lines of the corn points.



ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ОЗОНОМ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН В МЕТАЛООБРОБНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Гулевський В.Б., к.т.н.,

Кузнецов І.О., к.т.н.,

Гулевська Н.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (06192) 42-23-41

Анотація – робота присвячена питанням знезараження мастильно-охолоджувальних рідин (МОР) в металообробному виробництві.

Ключові слова – мастильно-охолоджувальна рідина, знезараження, озон, бар'єрний розряд.

Постановка проблеми. Технологічна ефективність і термін служби МОР значною мірою визначаються культурою використання мастильно-охолоджувальних рідин, що припускає підготовку систем подачі МОР перед заправкою (очищення, промивання, дезінфекція), контроль і своєчасні коригування якості в процесі експлуатації.

Під час експлуатації МОР виникають проблеми, пов'язані з появою на поверхні рідини маслянистих плям (наприклад, при витоках з гідро - системи), розкладання емульсії, появу гнильного, сірчановодневого запаху, погіршення технологічних, антикорозійних і санітарно-гігієнічних властивостей, утворення лінз з різною концентрацією і так далі. Усе це знижує технологічні можливості процесу обробки, порушує санітарні норми і вимагає значних витрат на відновлення МОР.

Ефективність застосування і термін служби МОР багато в чому визначає очищення її від органічних і неорганічних забруднень і дезінфекція. При дотриманні усіх норм і правил експлуатації і хорошему догляді можна добитися тривалого терміну служби рідини.

Окрім технологічних процесів, спрямованих на відновлення властивостей МОР, використовують і інші заходи щодо стабілізації якості МОР: мікробіологічний захист, стабілізацію температури, концентрацію компонентів і тому подібне. Отже для продовження терміну служби МОР необхідно здійснювати комплекс технічних процесів

(гідромеханічних, тепломасообмінних, фізико-хімічних) пов'язаних з очищенням і регенерацією МОР [1,2].

Все частіше для знезараження МОР знаходять застосування озону, за рахунок його високої здатності до окислювання [3]. У той же час, при використанні озону на великих станціях відновлення емульсії виникають проблеми технічного і економічного характеру, потреби у великих виробничих площах. Значні експлуатаційні витрати при роботі станції озонування визначаються, головним чином, високою енергоємністю процесу синтезу озону (12 - 22 кВт·год./кг отриманого озону), допоміжного устаткування (сумарне споживання електроенергії станцією досягає 30 - 40 кВт·год./кг озону і більш), а так само значними витратами на обслуговування озонових пристроїв. Також необхідно враховувати деякі особливості озонування. Передусім, треба пам'ятати про швидке руйнування озону, тобто відсутність такої тривалої дії, як у хлору [4].

Аналіз попередніх досліджень. Обробка технічних рідин озonom з метою їх знезараження - досить ефективний і вивчений метод. Порівняння озонування і хлорування початкової рідини по колірності і окислюваності показало перевагу по ефекту очищення першого. Ефективне використання озону для вилучення з МОР синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), нафтопродуктів, фенолів, пестицидів [5].

Знезараження МОР озonom доцільно застосовувати після її очищення від механічних домішок [6]. Однак окрім хімічної дії, озон проявляє себе і як флокулянт, що дозволяє застосовувати його вже на стадії механічної обробки МОР для коагуляції зважених часток. Принципові труднощі при знезараженні озonom пов'язані з утворенням токсичних побічних продуктів, низькою розчинністю озону у воді, його власною високою токсичністю і вибухонебезпекою. Відомості по токсичності продуктів розпаду органічних сполук у рідині дуже обмежені і суперечливі, оскільки ідентифікована тільки невелика їх частина. Озонування мастильно-охолоджувальних рідин може сприяти вторинному зростанню мікроорганізмів, внаслідок утворення біорозкладаних органічних сполук у воді, що є доступними джерелами вуглецю для бактерій.

Необхідно відмітити, що при коливанні в широких межах концентрації зважених речовин в рідині, що поступає на обробку методом озонної технології, знижується міра очищення по амонійному і нітратному азоту, іонам важких металів, нафтопродуктам. Витрачання значної частини озону на взаємодію із зваженими речовинами і продуктами їх окислення, позначається на глибині окислення забруднень [7].

Подальше удосконалення процесу озонування, очевидно, повинне йти шляхом збільшення продуктивності озонаторів, зменшення

втрат озону і автоматизації усього технологічного процесу, включаючи контроль його ефективності. Для рішення цієї задачі необхідно розглянути основні способи отримання озону.

Формування мети статті. Аналіз відомих способів отримання озону для розробки нових технічних рішень вдосконалення озонаторного устаткування для знезараження МОР.

Основна частина. Озон утворюється з кисню. Існує декілька способів отримання озону, серед яких найбільш поширеними є: електролітичний, фотохімічний і електросинтез в плазмі газового розряду.

Електролітичний метод синтезу озону здійснюється в спеціальних електролітичних осередках. Як електроліти використовуються розчини різних кислот і їх солі (H_2SO_4 , $HClO_4$, $NaClO_4$, $KClO_4$). Утворення озону відбувається за рахунок розкладання води і утворення атомарного кисню, який приєднавшись до молекули кисню утворює озон і молекулу водню. Цей метод дозволяє отримати концентрований озон, проте він дуже енергоємний, і тому він не знайшов широкого поширення.

Фотохімічний метод отримання озону представляє з себе найбільш поширений в природі спосіб. Утворення озону відбувається при дисоціації молекули кисню під дією короткохвильового УФ випромінювання. Цей метод не дозволяє отримувати озон високої концентрації.

Електросинтез озону набув найбільшого поширення. Цей метод поєднує в собі можливість отримання озону високих концентрацій з великою продуктивністю і відносно невисокими енерговитратами.

В результаті численних досліджень по використанню різних видів газового розряду для електросинтезу озону поширення набули апарати, які використовують три форми розряду [8]:

- поверхневий розряд – близький за формою до бар'єрного розряду, набув поширення в останнє десятиліття завдяки своїй простоті і надійності. Так само представляє з себе сукупність мікророзрядів, що розвиваються уздовж поверхні твердого діелектрика при живленні електродів змінною напругою частотою від 50 Гц до 15÷40 кГц.

- імпульсний розряд – як правило стримерний коронний розряд, що виникає в проміжку між двома електродами при живленні електродів імпульсною напругою тривалістю від сотень наносекунд до одиниць мікросекунд;

- бар'єрний розряд – набув найбільшого поширення, представляє з себе велику сукупність імпульсних мікророзрядів в газовому проміжку завдовжки 1÷3 мм між двома електродами, розділеними одним або двома діелектричними бар'єрами при живленні електродів змінною високою напругою частотою від 50 Гц до декількох кілогерц.

З великого числа різних сучасних конструкцій озонаторів, що використовують електричний розряд для отримання озону, найбільшого поширення набули озонатори з так званим бар'єрним розрядом (рис.1).

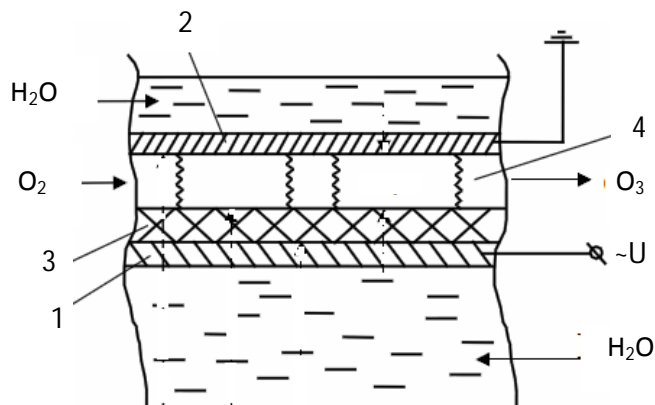


Рис. 1. Електродна система озонатора: 1,2- електроди, 3 - діелектричний бар'єр, 4 - зона розряду.

Особливістю бар'єрного розряду є локальне накопичення заряду на поверхні діелектричного бар'єру в процесі розвитку в проміжку кожної окремої іскри.

Основними параметрами, що визначають ефективність роботи бар'єрного озонатора, являються: напруга на електродах U ; газовий проміжок l (ця величина визначає характер розряду і його інтенсивність); діелектрична проникність матеріалу бар'єру ϵ_0 ; частота f напруги і витрата газу v_2 , що визначає концентрацію озону в газовій суміші, яка виходить з озонатора [8].

Від швидкості протікання газу через озонатор, або від витрати газу v_2 (л/хв.) залежить час перебування кожного одиничного об'єму газу в зоні розряду. Це означає, що число розрядів, що розвиваються в кожному одиничному об'ємі газу при русі його уздовж озонатора залежить від v_2 , тобто концентрація озону на виході з озонатора залежить від витрат газу [9].

З витратою газу пов'язана продуктивність озонатора, яка вимірюється в грамах (чи кілограмах) озону в годину. Разом з концентрацією озону в повітрі на виході озонатора C_{O_3} (г/л) продуктивність G є важливою характеристикою озонатора

$$G = C_{O_3} \cdot v_2 \cdot \quad (1)$$

Наступною важливою величиною, що визначає ефективність роботи озонатора, являються питомі витрати енергії на отримання озону, W , кВт·год./кг

$$W = \frac{P}{G}, \quad (2)$$

де P – потужність озонатора, кВт.

Якщо до електродів прикладена змінна напруга з амплітудою, що перевищує пробивну напругу газового проміжку, то в ньому виникає розряд, що складається з великого числа окремих іскор, дискретних в просторі і в часі. Розряд триває до тих пір, поки миттєве значення напруги на електродній системі не досягне U_{max} .

Висновки. Механізм розвитку розряду в однорідному полі проміжку з діелектричним бар'єром на електроді дозволяє встановити ті особливості, із-за яких бар'єрний розряд став одним з основних джерел озону. Головна особливість – дискретність розрядних процесів в просторі і в часі. Протягом частини кожного на півперіоду поданої напруги розряд розподілений по усьому проміжку. Це дозволяє інтенсивно охолоджувати усю розрядну зону охолодженням електродів, що особливо важливо для запобігання термічному розкладанню озону, що вже утворився. Бар'єрний розряд, крім того, є найбільш раціональною формою розряду і для утворення озону. Бар'єр виступає в ролі струмообмежувального опору для кожної окремої іскри, що запобігає великим струмам, тобто втрати енергії на розігрівання розрядного каналу. В той же час, в такому розряді процеси дисоціації молекул кисню йдуть з найбільшою інтенсивністю, що забезпечується розподілом по енергіях вільних електронів.

Література

8. *Худобин Л. В.* Техника применения смазочно-охлаждающих средств в металлообработке / *Л. В. Худобин, Е. Г. Бердичевский.* — М.: Машиностроение, 1977. — 189 с.
9. *Латышев В.Н.* Повышение эффективности СОЖ / *В.Н. Латышев.* – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. - 64 с.
10. *В. Б. Гулевський.* До вибору методу знезараження мастильно-охолоджувальних рідин в металообробному виробництві // *В.Б. Гулевський, І.О. Кузнецов* // Праці Таврійської державного агротехнічного університету Вип. 11. Том 4 - Мелітополь: ТДАТУ. - 2011. – С. 205–208.
11. *Орлов В.А.* Озонирование воды /*В.А. Орлов.*—М.: Стройиздат, 1984. — 89 с.
12. *Шевченко М.А.* Технология обработки воды. / *М.А. Шевченко, В.В. Лизунов.* - Киев: Будивельник, 1980. — 116 с.
13. *В. Б. Гулевський.* До вибору високоефективних магнітних систем для очищення технічних рідин / *В.Б. Гулевський, І.О. Кузнецов*

цов, Н.О. Гулевська // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2010. – Вип. 10, Т. 10. – С. 126-130.

14. Лунин В.В. Физическая химия озона / В.В. Лунин, М.П. Попович, С.П. Ткаченко — М.: Издательство Московского университета. 1998. — 480 с.

15. Электрофизические основы техники высоких напряжений: Учеб. для вузов / Бортник И.М., Верецагин И.П., Вершинин Ю.Н. и др.; Под ред. Верецагина И.П., Ларионова В.П. — М.: Энергоатомиздат, 1993. — 543с.

16. Самойлович В.Г. Физическая химия барьерного разряда / В.Г. Самойлович, В.И. Гибалов, К.В.Козлов. — М.: Издательство МГУ, 1989.—176 с.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ОЗОНОМ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ В МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Гулевский В.Б., Кузнецов И.О., Гулевская Н.А

Аннотация - работа посвящена вопросам обеззараживания смазочно-охлаждающих жидкостей в металлообрабатывающем производстве.

OZONE DISINFECTION LUBRICATING-COOLING LIQUIDS IN A METAL-WORKING PRODUCTION

V. Gulevsky, I. Kuznetsov, N. Gulevskaya

Summary

Work is sacred to the questions of disinfestations of lubricating-cooling liquids in a metal-working production.



АПРОБАЦІЯ МЕТОДУ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ЗМІШУВАННЯ РОЗСИПНОГО КОМБІКОРМУ З РІДКОЮ ЖИРОВОЮ ДОБАВКОЮ

Деркач К.М., асп.*

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Тел. (050) 425-35-33

Анотація - здійснено апробацію методу оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жирОВОЮ добавкою з використанням інтерактивної сегментації та усереднюючого фільтра для обробки зображень на модельних сумішах.

Ключові слова - якість змішування, однорідність суміші, коефіцієнт неоднорідності суміші, комбікорм, жирова добавка.

Постановка проблеми. При оцінці якості змішування та коефіцієнта корисної дії змішувача основним критерієм є взаємний розподіл компонентів у суміші, що досягається після певної тривалості процесу змішування [1]. Для оцінки ступеня однорідності комбікормової продукції визначається коефіцієнт неоднорідності розподілу в мікроб'ємах суміші контрольного компонента, який вводиться в невеликих кількостях. Сьогодні досить поширеним є введення жирОВИХ добавок безпосередньо у корми тварин. У зв'язку з цим розробка нового методу оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жирОВОЮ добавкою є актуальною.

Аналіз останніх досліджень. Перспективними для оцінки ступеня однорідності сумішей є методи з застосуванням цифрової обробки зображень [2, 3]. Раніше нами були проведені попередні дослідження [4, 5], направлені на розробку методу оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жирОВОЮ добавкою з застосуванням цифрової обробки зображень. Проте дані дослідження потребують подальшого розвитку та апробації.

Формулювання мети статті. Здійснити апробацію методу оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жирОВОЮ добавкою з застосуванням цифрової обробки зображень.

Основна частина. Метод оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жирОВОЮ добавкою з застосуванням цифрової обробки зображень складається з забарвлення рідкої жирОВОї добавки у

© аспірант Деркач К.М.

* Науковий керівник - д. т. н., проф. Рогатинський Р.М.

колір, що відрізняється від кольору вихідних компонентів комбікорму, приготування еталонних проб комбікорму з відомою концентрацією забарвленої рідкої жирової добавки, що за кольором відрізняються від вихідного комбікорму без жирової добавки, розподілу еталонних проб на підложках і витримки їх під привантаженням, отримання цифрових зображень підложек, на яких витримані еталонні проби, цифрової обробки цих зображень у колірній моделі RGB з використанням усереднюючого фільтра, побудови градувальник залежностей концентрації забарвленої рідкої жирової добавки в еталонних пробах від відносної яскравості, відбору аналізованих проб, розподілу, витримки аналізованих проб і отримання цифрових зображень підложек, на яких витримані аналізовані проби, аналогічно розподілу, витримці та отриманню цифрових зображень підложек, на яких витримані еталонні проби, цифрової обробки цих зображень з використанням інтерактивної сегментації та усереднюючого фільтра, визначення концентрацій забарвленої рідкої жирової добавки в аналізованих пробах за допомогою сегментованих зображень підложек і градувальник залежностей, і розрахунку коефіцієнта неоднорідності суміші за формулою

$$V_c = \frac{100}{c_{сеп}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - c_{сеп})^2}{n-1}}, \quad (1)$$

де V_c – коефіцієнт неоднорідності суміші, %;
 $c_{сеп}$ – рецептурна концентрація контрольного компонента, %;
 c_i – концентрація контрольного компонента в i -ій пробі, %;
 n – кількість аналізованих проб.

Відносну яскравість розраховували за формулою

$$\delta B = \frac{B_n}{B_\phi}, \quad (2)$$

де δB – відносна яскравість;
 B_n – яскравість зображення підложки, на якій була розподілена та витримана проба, ум. од.;
 B_ϕ – яскравість зображення еталонного фону, ум. од.

Розподіляли проби на підложках шаром товщиною 5 мм, накривали кришкою з органічного скла та витримували під привантаженням масою 2 кг протягом 10 хвилин. В якості еталонного фону та підложек використовували білий папір фільтрувальний лабораторний марки «Ф» за ГОСТ 12026-76. Підложки, на яких були розподілені та витримані проби, сканували як кольорові фотографії при розширенні 300 dpi за допомогою ска-

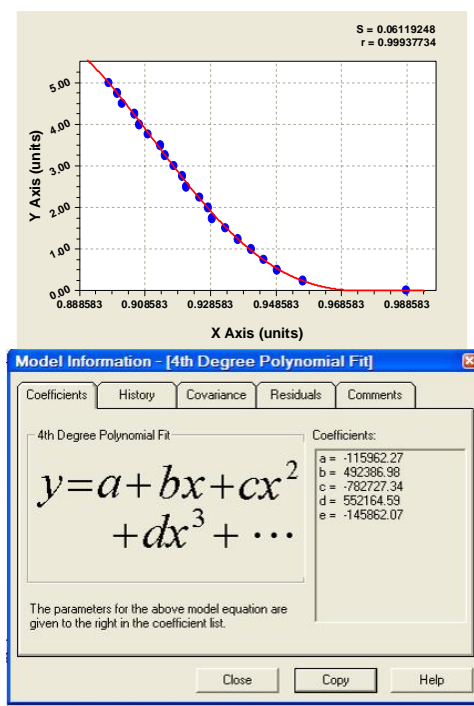
нера багатофункціонального пристрою Canon PIXMA MP270. Усереднювали колір зображень підложок, на яких витримані еталонні проби, еталонного фону та областей сегментованих зображень підложок, на яких витримані аналізовані проби, шляхом застосування фільтра Average і визначали яскравість об'єднаного колірною каналу RGB у діапазоні 0...255 умовних одиниць яскравості у програмі Adobe Photoshop CS3 Extended. Для сегментації зображень підложок на області, що відповідали областям з різними концентраціями забарвленої рідкої жирової добавки аналізованих проб, використовували інструмент інтерактивної сегментації Magic Wand у програмі Adobe Photoshop CS3 Extended. В якості затравочних пікселів використовували послідовно пікселі зображень підложок, на яких витримані еталонні проби з концентраціями забарвленої рідкої жирової добавки у діапазоні 0...100%, після застосування фільтра Average. Для визначення параметра Tolerance інструмента Magic Wand виділяли послідовно зображення підложок, на яких витримані еталонні проби інструментом Magic Wand і підбирали максимальний параметр Tolerance для кожного зображення, при якому не виділялися інші зображення підложок, на яких витримані еталонні проби. Усереднювали колір кожної області сегментованих зображень підложок, на яких витримані аналізовані проби, шляхом застосування фільтра Average, уточнювали концентрації в областях сегментованих зображень підложок за градууювальними залежностями і визначали за кількістю пікселів у кожній області сегментованих зображень підложок концентрації забарвленої рідкої жирової добавки в аналізованих пробах. Для зручності аналізу сегментованих зображень змінювали колір кожної області сегментованих зображень так, щоб вони візуально легко відрізнялися. За допомогою програми Curve Expert 1.3 (при виборі поліноміальної регресії за умовчанням ступінь полінома дорівнював 4) будували залежності концентрації забарвленої рідкої жирової добавки в еталонних пробах від відносної яскравості. В якості градууювальних залежностей використовували залежності, що мали найкращі показники коефіцієнтів кореляції r і середнього квадратичного відхилення S , причому отримували градууювальні залежності у діапазонах концентрацій забарвленої рідкої жирової добавки в еталонних пробах 0...5% з кроком 0,25% та 0...100% з кроком 1%.

Дослідження здійснювалися з використанням стандартного розсіпного повнораціонного комбікорму для відлучених поросят віком від 2 до 4 місяців, виготовленого за рецептом ПК 51-6-89. В якості модельних забарвлених рідких жирових добавок застосовували 5% олійні розчини карміну та мідного комплексу хлорофілу. Для приготування цих розчинів використовували рафіновану дезодоровану виморожену соняшникову олію «Олейна класична» марки «П» виробництва ЗАТ «Дніпропетровський олійноекстракційний завод» (Україна), натуральні харчові барвники кармін марки «ЕКОТОН Кармін 0040» виробництва компанії

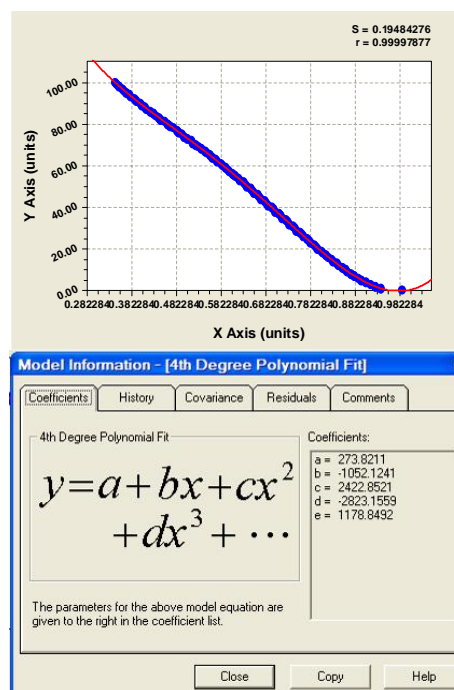
«ЕКО РЕСУРС» (Росія) та мідний комплекс хлорофілу марки «OF0709 Хлорофілу екстракт» виробництва компанії «NATUREX» (Франція). Модельні еталонні проби у кількості 3 паралельних проб для кожної з концентрацій для побудови градувальних залежностей за середніми значеннями 3 паралельних визначень і модельні проби з відомою концентрацією модельної забарвленої рідкої жирової добавки, відповідно, 1%, 2% у кількості 10 паралельних проб для кожної з концентрацій масою 100 грамів кожна для оцінки якості визначення концентрації забарвленої рідкої жирової добавки в пробах готували шляхом змішування в міксері відповідних кількостей комбікорму з модельними забарвленими рідкими жировими добавками до отримання однорідного кольору сумішей протягом 5 хвилин при частоті обертання місильного органа міксера 450 об/хв. Модельні проби у кількості 10 проб масою 100 грамів кожна для розрахунку коефіцієнту неоднорідності 3 умовних сумішей з відомим вмістом рідкої жирової добавки 1% готували шляхом змішування в міксері відповідних кількостей комбікорму з модельними забарвленими рідкими жировими добавками протягом, відповідно, 1 хвилини, 2 хвилин, 3 хвилин при частоті обертання місильного органа міксера 450 об/хв. Для зважування компонентів сумішей використовували ваги лабораторні ВЛР-1000 3-го класу точності з межею зважування 1000 г, ціною ділення шкали 10 мг, точністю вимірювання 10 мг за ГОСТ 24104-88. Для змішування комбікорму з модельною забарвленою рідкою жировою добавкою використовували побутовий міксер Braun M830 MultiMix з двигуном потужністю 350 Вт і частотою обертання місильного органа міксера 450 об/хв., ємкість з нержавіючої сталі об'ємом 3 л.

Результати цифрової обробки зображень підложок, на яких витримані еталонні проби з відомими концентраціями олійних розчинів барвників, наведено на рис. 1 і в табл. 1. Яскравість об'єднаного кольорного каналу RGB усіх зображень еталонного фону після застосування фільтра Average дорівнювала $V_{\phi}=254$. Значення параметра Tolerance інструмента Magic Wand були у діапазоні 2...13.

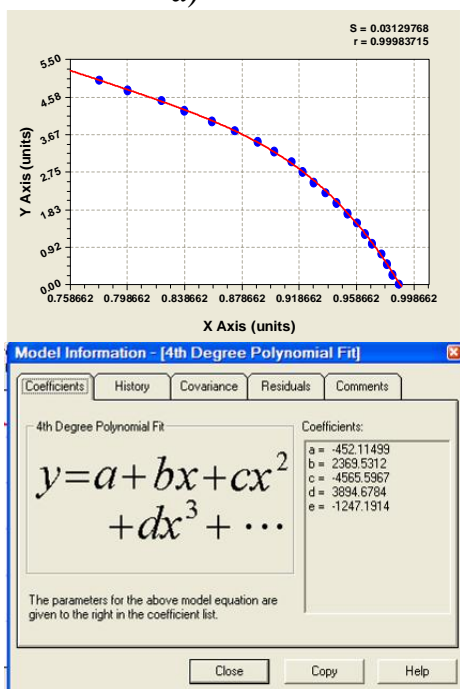
Середні значення концентрацій модельних забарвлених рідких жирових добавок у модельних пробах з відомими концентраціями олійних розчинів карміну та мідного комплексу хлорофілу та довірчий інтервал середніх значень склали, відповідно, $0,99\pm 0,09\%$, $1,98\pm 0,14\%$ та $0,99\pm 0,08\%$, $1,97\pm 0,15\%$; відносні стандартні відхилення склали, відповідно, 6,3%, 10,2% та 5,9%, 13,4%; розраховані значення коефіцієнтів Стюдента $t(P=0,95; f=9)$ дорівнювали, відповідно, 0,25, 0,52 та 0,26, 0,54, що менше табличного значення коефіцієнта Стюдента $t(P=0,95; f=9)=2,26$, тобто відмінність результатів аналізу від дійсних значень незначуща та визначення концентрацій забарвленої рідкої жирової добавки в пробах не містить систематичної погрішності.



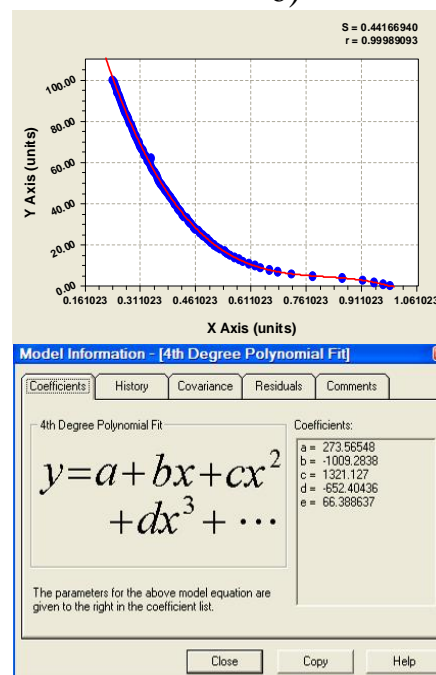
а)



б)



в)



г)

а) – олійний розчин карміну в діапазонах концентрацій 0...5% з кроком 0,25%; б) – олійний розчин карміну в діапазонах концентрацій 0...100% з кроком 1%; в) – олійний розчин мідного комплексу хлорофілу в діапазонах концентрацій 0...5% з кроком 0,25%; г) – олійний розчин мідного комплексу хлорофілу в діапазонах концентрацій 0...100% з кроком 1%.

Рис. 1. Градувальні залежності концентрації олійного розчину барвника в еталонних пробах від відносної яскравості.

Таблиця 1 – Результати цифрової обробки зображень підложок, на яких витримані еталонні проби з відомою концентрацією олійного розчину барвника

Назва	Значення									
	Барвник - кармін					Барвник - мідний комплекс хлорофілу				
с, %	0	0,25	0,5	0,75	1	0	0,25	0,5	0,75	1
RGB, ум. од.	251	243	241	240	239	251	250	249	248	246
с, %	1,25	1,5	1,75	2	2,25	1,25	1,5	1,75	2	2,25
RGB, ум. од.	238	237	236	235, 67	235	245	244	242	240	238
с, %	2,5	2,75	3	3,25	3,5	2,5	2,75	3	3,25	3,5
RGB, ум. од.	234	233, 67	233	232, 33	232	236	234	232	229	226
с, %	3,75	4	4,25	4,5	4,75	3,75	4	4,25	4,5	4,75
RGB, ум. од.	231	230, 33	230	229	228, 67	222	218	214	209	203
с, %	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9
RGB, ум. од.	228	226	224	222	220	198	183	174	168	162
с, %	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14
RGB, ум. од.	219	217	215	214	212	158	154	150	147	144
с, %	15	16	17	18	19	15	16	17	18	19
RGB, ум. од.	211	209	208	206	205	141	139	137	134	132
с, %	20	21	22	23	24	20	21	22	23	24
RGB, ум. од.	203	202	201	199	198	130	128	127	125	123
с, %	25	26	27	28	29	25	26	27	28	29
RGB, ум. од.	197	195	194	193	191	122	120	119	117	116

Продовження таблиці 1

Назва	Значення									
	Барвник - кармін					Барвник - Мідний комплекс хлорофілу				
с, %	30	31	32	33	34	30	31	32	33	34
RGB, ум. од.	190	189	187	186	185	114	113	112	111	109
с, %	35	36	37	38	39	35	36	37	38	39
RGB, ум. од.	183	182	181	179	178	108	107	106	105	104
с, %	40	41	42	43	44	40	41	42	43	44
RGB, ум. од.	177	175	174	173	171	103	102	101	100	99
с, %	45	46	47	48	49	45	46	47	48	49
RGB, ум. од.	170	169	167	166	165	98	97	96	95	94
с, %	50	51	52	53	54	50	51	52	53	54
RGB, ум. од.	163	162	161	159	158	93	92	91,3 3	91	90
с, %	55	56	57	58	59	55	56	57	58	59
RGB, ум. од.	156	155	153	152	151	89	88	87	86,3 3	86
с, %	60	61	62	63	64	60	61	62	63	64
RGB, ум. од.	149	148	146	145	143	85	84	83,3 3	83	82
с, %	65	66	67	68	69	65	66	67	68	69
RGB, ум. од.	142	140	139	137	135	81,3 3	81	80	79	78,3 3
с, %	70	71	72	73	74	70	71	72	73	74
RGB, ум. од.	134	132	131	129	127	78	77	76,3 3	76	75
с, %	75	76	77	78	79	75	76	77	78	79

Продовження таблиці 1

RGB, у м. од.	126	124	123	121	119	74,3 3	74	73,3 3	73	72
с, %	80	81	82	83	84	80	81	82	83	84
RGB, ум. од.	118	116	114	113	111	71,3 3	71	70,3 3	70	69
с, %	85	86	87	88	89	85	86	87	88	89
RGB, ум. од.	110	108	106	105	103	68,3 3	68	67,3 3	67	66
с, %	90	91	92	93	94	90	91	92	93	94
RGB, ум. од.	102	100	99	97	96	65,6 7	65	64,6 7	64	63,3 3
с, %	95	96	97	98	99	95	96	97	98	99
RGB, ум. од.	94	93	92	90	89	63	62,33	62	61,3 3	61
с, %	100					100				
RGB, ум. од.	88					60				

Середні значення концентрації забарвленої рідкої жирової добавки в кожній з трьох умовних сумішей з відомим вмістом рідкої жирової добавки 1%, розраховані за концентраціями модельної забарвленої рідкої жирової добавки в модельних пробах, визначеними за градувальники залежностями, склали, відповідно, 0,98%, 0,99%, 0,99% та 0,97%, 0,99%, 0,98%, середні квадратичні відхилення склали, відповідно, 0,41%, 0,28%, 0,18% та 0,44%, 0,3%, 0,21%, коефіцієнти неоднорідності дорівнювали, відповідно, 47,2%, 31,3%, 14,4% та 48,4%, 32,2%, 15,3%.

Висновки. Здійснено апробацію методу оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жировою добавкою з використанням інструмента інтерактивної сегментації та усереднюючого фільтра для обробки зображень. Розроблений метод планується застосовувати для оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жировою добавкою при дослідженнях лабораторного змішувача.

Література

1. Машины и оборудование для производства комбикормов [Текст] : справочное пособие / В.А. Шаршунов, А.В. Червяков, С.А. Бортник, Ю.А. Пономаренко ; рец. Л.Я. Степук, рец. В.Ф. Кольга. - Минск: Экоперспектива, 2005. - 487 с.

2. Пат. 2343457 Российская Федерация, МКИ G 01 N 21/85. Способ определения качества смеси сыпучих материалов / А.Г. Ткачев, А.А. Баранов, Н.Р. Меметов, А.А. Пасько, Т.В. Пасько, И.Н. Шу-

бин, С.В. Блинов, А.В. Авдеева (Россия). - №2007115024/28 ; заявл. 20.04.2007 ; опубл. 10.01.2009. Бюл. № 1. – 5 с.

3. *Ait Aissa A. Application of image analysis in granular mixing / A. Ait Aissa, C. Duchesne, D. Rodrigue // 8th World Congress of Chemical Engineering (WCCE8) (Montreal, Canada, August 23-27 2009). - Montreal, 2009. - 7 pages.*

4. *Деркач К.М. Визначення якості змішування комбікорму з рідкою жирною добавкою // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. - Луганськ: ЛНАУ, 2012. - № 35. - С. 90-98.*

5. *Деркач К.М. Розробка методу оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жирною добавкою // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету / техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – Вип. 25, ч. 1. - С. 107-112.*

АПРОБАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СМЕШИВАНИЯ РАССЫПНОГО КОМБИКОРМА С ЖИДКОЙ ЖИРОВОЙ ДОБАВКОЙ

Деркач К.М.

Аннотация - осуществлена апробация метода оценки качества смешивания рассыпного комбикорма с жидкой жирной добавкой с использованием интерактивной сегментации и усредняющего фильтра для обработки изображений на модельных смесях.

APPROBATION OF METHOD OF ESTIMATION OF QUALITY OF MIXING OF THE LOOSE MIXED FODDER WITH LIQUID FATTY ADDITION

K. Derkach

Summary

Approbation of method of estimation of quality of mixing of the loose mixed fodder with liquid fatty addition with the use of interactive segmentation and averaging filter for processing of images is developed on model mixtures.



ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Вороновський Б.І.

*Виконавчий директор східно - європейської асоціації університетів
(Москва, Росія)*

Тел. +7-917-570-61-55

Анотація - розглядаються екологічні проблеми, що пов'язані із ефективним застосуванням сільськогосподарської техніки в агропромисловому виробництві.

Ключові слова – екологія, нафтопродукти, сільськогосподарська техніка, фільтр, двигун, мастило, дизельне паливо.

Постановка проблеми. Агропромислове виробництво в Україні характеризується великою розбалансованістю як усередині АПК, так і в масштабі всього народного господарства. Особливо гострою була, є і залишається проблема матеріально-технічного забезпечення сільськогосподарського виробництва.

Агропромислове виробництво пов'язане з фізичним, фізико-хімічним та хімічним забрудненням навколишнього середовища. Воно одночасно є і забруднювачем і реципієнтом, сприймаючим зовнішнє забруднення. Великої шкоди задається сільськогосподарському виробництву глобальним забрудненням ґрунтів і атмосфери, викидами промислових підприємств і автотранспорту, нафтопродуктами, токсичними елементами і баластовими речовинами добрив.

Аграрні підприємства основними сільськогосподарськими машинами забезпечені на 45-65%, понад 90% з яких вже відпрацювали свій амортизаційний строк. Кількісне і якісне зменшення машинно-тракторного парку призвело до збільшення навантаження на техніку. Навантаження на один трактор зросло з 66га ріллі в 1990р. до 119га в 2010р., на один зернозбиральний комбайн відповідно з 113га посівів зернових культур до 245га [1]. Якщо протягом двох-трьох років не призупинити дію негативних тенденцій, то матеріально-технічна база сільськогосподарських підприємств зруйнується, а аграрне виробництво призупиниться.

Аналіз останніх досліджень. Проблема формування та використання машинно-тракторного парку в значній мірі вивчена в наукових працях Білоусько Я.К., Головка Л.М., Товстопят В.Л., Яковенко В.П.,

Олійника О.В., Іванишина В.В. та інших [2, 3]. Проте ці дослідження носять переважно загальний характер, а тому, на наш погляд, потребують подальшого вивчення в розрізі окремих аспектів вказаної проблеми та з врахуванням еколого-економічних особливостей регіону. Одним з пріоритетних питань, вирішення якого надасть можливість раціонально використовувати наявний машинно-тракторний парк (МТП) - пошук шляхів забезпечення стабільної динаміки в аграрному секторі економіки, зокрема відтворення технічного потенціалу сільськогосподарських підприємств.

Тісний зв'язок сільськогосподарського виробництва з природою в умовах індустріалізації призвів, в остаточному підсумку, до масштабних негативних змін природного середовища. Сільське господарство, яке раніше практично повсюдно сприяло поліпшенню природного середовища, при переході на інтенсивний шлях розвитку стало її руйнівником. Виникаючі агроекологічні проблеми обумовлені тим, що значна частина екосистем, у яких здійснюється сільськогосподарське виробництво, втратила здатність до саморегуляції внаслідок антропогенного походження. Разом з тим, сільське господарство має ключове значення для досягнення цілей стійкого розвитку, тому в ньому зосереджено близько 40 % усього зайнятого в матеріальному виробництві населення і біля 50 % світових запасів.

Формулювання мети статті. Вирішення екологічних проблем вимагає не стільки подолання негативних наслідків виробничої діяльності, скільки усунення причин екологічних негараздів. Передусім це стосується складу та організації використання технічних засобів. Метою дослідження є проведення аналізу сучасного стану використання машинно-тракторного парку регіону та розробка шляхів поліпшення використання сільськогосподарської техніки.

Основна частина. В останні роки розвиток агропромислового комплексу України набуває позитивних змін. Проте на фоні поліпшення загальної ситуації енергонасиченість галузі не відповідає вимогам сучасного виробництва, залишається досить низьким рівень технічного оснащення сільськогосподарських товаровиробників, підвищення якого є однією з передумов піднесення аграрного виробництва.

Агропромислове виробництво призвело до виникнення певних економічних обмежень, пов'язаних з використанням природних ресурсів, тобто економічний розвиток вже не може базуватися тільки на зростанні обсягів сировини та енергії, оскільки це призведе до надмірного навантаження на природні ресурси. Постала проблема формування нової технологічної та екологічної культури, що передбачає розвиток та розповсюдження передових технологій, застосування альтернативних екологобезпечних видів енергії та раціональне використання нафтопродуктів.

Негативна економічна ситуація, яка склалася в Україні за останні роки, призвела до деградації технічної бази аграрного виробництва, зниження як кількісних, так і якісних параметрів машинно-тракторного парку, технічного виробництва в цілому. Диспаритет цін практично заблокував придбання необхідних селу сільгоспмашин. В результаті, основу технічного парку аграрних підприємств складає техніка, що була придбана ще в дореформений період. Навантаження на неї значно перевищує нормативний рівень. Звичайно ж, машини, що вже відпрацювали свій ресурс, не тільки не в змозі своєчасно і якісно виконувати необхідні обсяги робіт, а й забезпечити належний екологічний стан навколишнього середовища.

Екологічні аспекти розвитку сільськогосподарського виробництва є одними з найбільш важливих і глобальних в умовах його інтенсифікації. В сучасних умовах значно зросли ступінь та інтенсивність втручання людини в природні процеси, що призвело до забруднення довкілля не дивлячись на розробку та впровадження цілої низки природоохоронних заходів.

Значним є забруднення ґрунтів та атмосфери викидами транспортних засобів, в яких міститься велика кількість важких металів. Ця проблема особливо загострилася в останні роки, коли відбувається експлуатація машинно-тракторного парку, що переважно відпрацював свій амортизаційний термін, або технічно не справний. Це призводить до перевитрат нафтопродуктів (зокрема дизельного палива та мастил), а також значному збільшенню шкідливих викидів (ШВ) в атмосферу.

Еколого-економічні збитки від забруднення атмосферного повітря шкідливими викидами (ШВ) пропонуємо визначати за формулою:

$$Y_{a.пр.} = Y_{a.уд} K_{a.э} \sum_{i=1}^n M_{анр} \quad (1)$$

де $Y_{a.пр.}$ - показник питомої екологічної шкоди атмосферному повітрю, що наноситься викидом одиниці приведеної маси ШВ регіону,

n - число тракторів або самохідних сільгоспмашин;

$K_{a.э}$ - коефіцієнт екологічної значимості стану атмосферного повітря конкретної території;

$$M_{анрi} = K_{aэj} \sum_{j=1}^N m_{aj} - \text{приведена річна маса викидів ШВ машиною,}$$

що запобігли від попадання в атмосферне повітря завдяки операціям технічного сервісу, умов.т;

m_{aj} - фактична маса j -го ШВ, що не надійшли в атмосферне повітря від j -ої самохідної машини, т;

$K_{aэj} = 1/ПДК$ - коефіцієнт відносної еколого-економічної небезпеки j -го ШВ;

N - число врахованих j -х ШВ.

Для нашої країни надзвичайно важливою в умовах переходу до ринку є проблема економного і високоефективного застосування нафтопродуктів, яка загострюється зараз кризою забезпечення енергоносіями, що має як економічний, так і екологічний аспекти. Сільськогосподарське виробництво України витрачає такий обсяг нафтопродуктів (від їх загального виробництва, млн. т): дизельне паливо понад 7 млн. т (від 14 млн. т); бензин – 4,5 млн. т (від 10 млн. т); мастила – 2,8 млн. т (від 5,6 млн. т) [4].

За останні роки в сільськогосподарських підприємствах відбулися кількісні і якісні зміни в складі матеріально-технічної бази сільського господарства. Залишається сталою тенденція скорочення машинно-тракторного парку. Більша частина наявної сільськогосподарської техніки вже виробила закладений в неї термін експлуатації.

В цілому по Запорізькій області за останні 15 років (1991...2005) зменшилося тракторів на 9,5 тис. шт. (або 46,2 %), зернових комбайнів - на 2,2 тис. шт. (або 42,0 %), вантажних автомобілів - на 3,7 тис. шт. (або 31,0%). При цьому виробили амортизаційний строк 93 % тракторів, 97 % зернозбиральних комбайнів, 78 % вантажних автомобілів. Як свідчить багатолітня практика, в після-амортизаційний період сільськогосподарська техніка має досить низьку експлуатаційну надійність, а також збільшується час простою з технічних причин. В 2000 році забезпеченість тракторами на 1000 га ріллі залишалася на рівні 1991 року і складала 16 штук, зерновими комбайнами на 1000 га посівів зернових - 9 штук проти 12 штук.

В умовах реформування аграрного сектора економіки відбувся перерозподіл сільськогосподарської техніки між товаровиробниками. В 2000 році в господарствах громадян було в наявності 4296 тракторів (переважно універсально-просапні) - це 26,2 % до загальної кількості в області, 37 комбайнів (1,1 %), в тому числі 2 комбайни зарубіжних фірм. На полях області працювали 2 машинно-технологічні станції та один механізований загін. В них налічувалось 37 тракторів, 28 зернозбиральних комбайнів, 75 збиральних машин, 38 посівних та садильних машин, 4 кормозбиральні комплекси, 73 ґрунтообробні машини та 3 машини по боротьбі із шкідниками сільськогосподарських культур.

Аналіз роботи МТП в сільськогосподарських підприємствах Запорізької області показує, що намітилась тенденція зростання сезонного навантаження на машину, невідповідність між силовими і робочими машинами. За встановленими нормативами на кожний трактор необхідно мати 3-4 сільськогосподарські машини, а фактично є у двічі менше. У зв'язку з цим ряд польових робіт виконується несвоєчасно і призводить до скорочення виробництва сільськогосподарської продукції.

Рівень використання МТП в степовій зоні за останні роки харак-

теризується його недовикористанням. Так, в 2005 році річний виробіток на трактор у господарствах досліджуваного регіону знаходився на рівні 1400...1510 га, денний виробіток 6,5...7,2 га, а коефіцієнт змінності 1,02...1,03. Разом з тим значно зросла собівартість 1 умовного га і складала 12,01...17,64 грн. У структурі витрат на виробництво сільськогосподарської продукції на долю паливно-мастильних матеріалів у 2005 році припадало 20,3 % проти 4,4 % у 1990 році.

Разом з тим, під час технічного обслуговування паливно-розподільних колонок та резервуарів по збереженню нафтопродуктів зливається відстій нафтопродуктів в ґрунт через 3 дні після кожного їх наповнення. Натомість, за матеріалами звітності, цілодобові простої сільськогосподарської техніки з цих причин складають до 60 % [4, 5, 6, 7].

Для значного зменшення кількості викидів нафтопродуктів в атмосферу та зливу їх відстою в ґрунт нами пропонується до впровадження комплекс заходів, що полягає в застосуванні фільтрів-водовіддільників, як в паливно-розподільних колонках при заправці, так і в системах паливоподачі дизельних двигунів, а також повітряних фільтрів в горловині паливного баку в процесі експлуатації сільськогосподарської техніки в умовах аграрного виробництва [4, 5, 6, 7].

Застосування цих заходів дозволяє практично уникнути викидів в атмосферу випаровувань нафтопродуктів і уникнути їх зливу в ґрунт при проведенні технічного обслуговування системи паливоподачі дизельних двигунів та паливно-розподільних колонок. Значний екологічний та економічний ефекти досягаються за рахунок розробки та застосування принципово нової конструкції фільтрів-водовіддільників і повітряних фільтрів.

Висновки. В результаті проведених досліджень можна зробити висновки. Застосування комплексних заходів дозволяє практично уникнути викидів в атмосферу випаровувань нафтопродуктів і уникнути їх зливу в ґрунт при проведенні технічного обслуговування системи паливоподачі дизельних двигунів та паливно-розподільних колонок, що значно поліпшить стан довкілля.

Експлуатаційні випробування МТА і зернозбиральних комбайнів із застосуванням розроблених конструкцій пробки заливної горловини паливного баку, фільтрів-водовіддільників системи живлення енергетичного засобу та засобу заправки дозволили збільшити ресурс фільтрів тонкої очистки з 750 до 1500 мотогодин.

Література

1. *Безуглий М.М.* Поглиблювати зміни на краще практичними справами / *М.М. Безуглий* // Сільський час.-2004.-№ 13 (492).-25 лютого. – С. 3-5.

2. *Олійник О.В.* Технічне забезпечення сільськогосподарського виробництва і тенденції його відтворення / О.В. Олійник. // Економіка АПК. - 2003. - №5. - С.66-73.

3. *Іванишин В.В.* Методологічні основи техніко-технологічного переоснащення сільськогосподарського виробництва / В.В. Іванишин //Економіка АПК. - 2003. - №12. - С. 3-5.

4. *Вороновський І.Б.* Підвищення ефективності використання сільськогосподарської техніки / *І.Б. Вороновський* //Науковий вісник Національного аграрного університету. Випуск 51,- 2002. - 286 с.

5. Патент України № 66522А «Фільтр-водовіддільник» / *Кюрчев В.М., Вороновський І.Б.*; Опубл. 17.05.04., Бюл. № 5.

6. Патент України № 5544 «Фільтр-водовіддільник» / *Вороновський І.Б., Вороновський Б.І.*; Заявник та патентовласник ТДАТА; Опубл. 15.03.05 р., Бюл. № 3.

7. Патент України № 6038 «Фільтр-водовіддільник» / *Вороновський І.Б., Вороновський Б.І.*; Заявник та патентовласник ТДАТА; Опубл. 15.04.05 р., Бюл. № 4.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Вороновский Б.И.

Аннотация - рассматриваются экологические проблемы, которые связаны с эффективным применением сельскохозяйственной техники в агропромышленном производстве.

ECOLOGICAL ASPECTS EFFECTIVE USE OF AGRICULTURAL TECHNIQUE

B. Voronovsky

Summary

Ecological problems which are related to effective application of agricultural technique in an agro industrial production are examined.



ОЧИЩЕННЯ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Гулевський В.Б., к.т.н.,

Мовчан С.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (06192) 42-23-41, 42-25-85

Анотація – робота присвячена питанням очищення мастильно-охолоджувальних рідин (МОР) при відновленні деталей сільськогосподарської техніки.

Ключові слова – мастильно-охолоджувальна рідина, металобробне виробництво, очищення.

Постановка проблеми. При відновленні деталей сільськогосподарської техніки використовуються мастильні, охолоджуючі і миючі засоби. Холодна обробка багатьох металів різанням взагалі неможлива без їх використання.

Аналіз останніх досліджень. Існуюча практика застосування МОР в промисловості не припускає особливо уважного відношення до питань її очищення від шламів, масел і інших забруднень. На багатьох підприємствах систем очищення МОР, або зовсім не існує або вони є примітивними спорудами застарілих конструкцій.

У зв'язку з цим забруднення МОР знижують ефективність і якість обробки металів, коротшає термін служби інструменту (рис.1), емульсія швидше вражається бактеріями, отримує неприємний запах.



Рис.1. Залежність терміну служби інструменту від забрудненості МОР.

Тому виникає необхідність її передчасного зливу на очисні спори або в каналізацію з наступним скиданням у водоймища, що призводить до інтенсивного забруднення довкілля, а підприємства вимушені платити штрафи і витратити великі засоби на заміну МОР, а також її утилізацію.

Джерелами забруднення МОР можуть бути: неабразивний осад - він закупорює щілини фільтрів, кислоти, що призводять до корозії поверхні гідроустаткування, шлаки засмічують МОР, вода емульсує МОР, металеві частки є каталізаторами для розкладання і окислення; пісок утворює абразивне середовище [1].

Існуючі технології очищення мастильно-охолоджувальних рідин вимагають вдосконалення і розробки нових підходів до технологій і конструкцій апаратів. Проте, як показує практика, жоден з існуючих сьогодні методів очищення МОР не може забезпечити потрібну якість відновлення МОР [2]. Тому зазвичай застосовується комплексне рішення на основі комбінації найбільш сучасних і ефективних очисних апаратів.

Формулювання мети статті. З метою визначення ефективної комбінації методів очищення необхідно виконати коротку характеристику існуючих методів.

Основна частина. Для кожного типу забруднень існують свої методи очищення. Вилучення забруднень з МОР можна виконувати різними методами: механічними, фізико-хімічними, хімічними, тепловими і біохімічними.

Таким чином, в залежності від вимог до якості очищеної МОР, а також цілого ряду техніко-економічних показників вибирається технологічна схема очищення, основу якої складає механічна обробка. При цьому використовуються гравітаційні пристрої різноманітних конструкцій [3].

Після механічного очищення частки нафтопродуктів (менше 10 мкм), що залишилися у МОР, утворюють емульсивну систему, стійкість якої визначається мірою дисперсності, поверхневими і електрокінетичними властивостями часток.

Фізико - хімічна обробка застосовується для додаткового очищення МОР, що містять емульговані і розчинені нафтопродукти.

При реалізації електрохімічних способів забезпечується знезараження рідини, оскільки електроліз водних розчинів супроводжується розвитком в об'ємі електроліту сильних дезінфектантів. Накладення електричного поля на МОР може викликати безповоротне агрегування мікроорганізмів, що дозволяє їх відокремити на фільтрі для грубодисперсних домішок.

Вилучення їх можливо після укрупнення часток нафтозабруднень за допомогою коагуляції і флокуляції. Широке застосування знайшла також флотація. З метою підвищення ефекту очищення може

бути здійснене в силових полях [4]. Силова дія на забруднювачі максимально сприяє підвищенню ефективності їх вилучення.

Стійкість цієї системи може бути порушена за допомогою гетеро - (вступом солей) або електрокоагуляції (за допомогою електролітів).

Електрокоагуляція дозволяє вилучати розчинені і зважені домішки органічного і неорганічного походження електролізом з використанням розчинних (залізних або алюмінієвих) електродів-анодів.

Механізм процесу полягає в тому, що при накладенні електричного поля поляризується подвійний іонний шар колоїдної частки, і вона переміщається до електроду, що має протилежний заряд, тобто відбувається поляризаційна коагуляція дисперсних часток.

Ефективність електрокоагуляції залежить від матеріалу електродів, анодної щільності струму, складу і швидкості руху рідини в міжелектродному просторі і від пасивації анодів.

Електрокоагуляція, як і інші електрохімічні методи очищення, має наступні переваги: не вимагає застосування реагентів, не збільшує солеміст води, спрощує технологічні схеми очищення, покращує умови експлуатації, досить просто може бути автоматизована, необхідне устаткування і апаратура порівняно прості. Електрокоагуляцію можна застосовувати при значних коливаннях кількості і якості МОР.

До недоліків методу відноситься порівняно велика потреба в електроенергії, значна витрата листового металу, утворення на поверхні електродів окисних плівок, засмічення простору між електродами продуктами електрокоагуляції. Небезпечне утворення вибухонебезпечних сумішей водню, що виділяється при електролізі з повітрям. Це вимагає пристроїв спеціальних вентиляційних систем, що здорожує і ускладнює експлуатацію установок.

При флотації вилучення емульгованих нафтопродуктів здійснюється бульбашками повітря або суміші вуглеводневих газів, введених у воду різними способами [5]. Електрофлотація - це процес очищення МОР, при якому електролітично отримані газові бульбашки, які спливають в об'ємі рідини, взаємодіють з частками забруднень, внаслідок чого відбувається їх взаємне злипання, обумовлене зменшенням поверхневої енергії частки, що флотує, і бульбашки газу на межі розділу фаз "рідина-газ". Щільність пінного продукту (флотошлама), що утворюється в електрофлотаторі, нижча за щільність води, що забезпечує його спливання і накопичення на поверхні води, що очищається. Флотошлам періодично віддаляється з електрофлотатора автоматичним пристроєм збору шламу.

Використання при флотації електролітичного способу генерації газових бульбашок в порівнянні з другими способами має наступні істотні переваги:

- висока міра дисперсності газових бульбашок і відносна чистота

їх поверхні, що підвищує ефективність прилипання зважених часток;

- можливість плавного регулювання швидкості процесу шляхом зміни міри насичення рідини бульбашками газу в широких межах;

- відсутність частин, що обертаються, в апаратах (що гарантує надійність їх роботи) електрофлотацій;

- можливість флотації окремо бульбашками водню або кисню для проведення окислення;

- простота виготовлення електрофлотаційного апарату і нескладність його обслуговування.

Недоліком є можливість відкладення на електродах часток дисперсних домішок води, які збільшують витрату електроенергії і викликають необхідність періодичного очищення і навіть заміни електродів. Також несумірність розміру бульбашок повітря і часток забруднення, що перешкоджає спливанню агломератів скоагульованих забруднень в поверхневу піну.

Незважаючи на істотні відмінності в механізмі і кінетичних закономірностях вживаних на практиці методів електрохімічного очищення забруднених рідин і на конструктивні відмінності апаратів для електрообробки води, деякі технологічні показники і методика їх розрахунку загальні. Найважливіший показник процесу електрохімічного очищення води - витрата електроенергії, необхідна для досягнення необхідної міри очищення в одиниці об'єму. Питома витрата електроенергії в загальному випадку визначається за формулою

$$W = \frac{I \cdot T \cdot U}{Q}, \quad (1)$$

де W - питома витрата електроенергії, Вт·год. на 1 л або кВт·год. на 1 м³ води; I - сила струму, А; T - тривалість процесу, год.; U - напруга на апараті, В; Q - об'єм води, що очищується за годину t , л або м³.

Таким чином, існуючі методи очищення МОР дуже енергоємні, вимагають складних установок, забезпечених потужними електродвигунами, редукторами, пристроями навантажень, а також в них ускладнена автоматизація процесів, зокрема розвантаження осаду забруднення.

Висновки. Аналіз науково-технічної інформації і результати обстеження систем застосування МОР, що функціонують при відновленні деталей сільськогосподарської техніки показав, що використовувані системи очищення МОР мають ряд істотних недоліків. Це або мала продуктивність, або висока енергоємність, або низька міра очищення, або необхідність застосування витратних матеріалів, що є, у свою чергу, додатковим відходом, що посилює негативну дію системи застосування МОР на довкілля. Основна причина такої ситуації полягає у відсутності відповідних технологій і що реалізують їх надій-

них, ефективних і недорогих (з точки зору як експлуатаційних витрат, так і капітальних вкладень) установок.

Література

17. *Просвірнін В.І.* Аналіз забруднень мастильно-охолоджувальних рідин при відновленні деталей транспортної техніки / *В. І. Просвірнін, В. Б. Гулевський, Б. В. Савченко* // Проблема надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2008.- Вип.69.– С. 162-167.

18. Исследование влияния параметров состояния СОЖ на физические и технологические показатели процесса шлифования / *Е.М. Булыжев, В.Н. Агафонов, М.А. Белов и др.* // Смазочно-охлаждающие технологические средства в процессах обработки заготовок резанием. – Ульяновск, 1996.- С. 39-43.

19. *Просвірнін В.І.* Очистка технических жидкостей в магнитных отстойниках / *В.І. Просвірнін, Е.П. Масюткин, В.Б. Гулевський* // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь, 2004.- Вип. 24.- С. 39-47.

20. Чистота промислова. Методи очистки смазочно-охолоджувальної рідини від механічних примісей. Общие положения. : ГОСТ Р 52237-2004. - М.: Издательство стандартов, 2004.–16с.

21. *Мовчан С. І.* Расчёт параметров флотации при регенерации смазочно – охлаждающих жидкостей / *С. І. Мовчан* // Науковий вісник будівництва. - Харків, 2004. - Вип. 30, т.1. – С. 79- 83.

ОЧИСТКА СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Гулевский В.Б., Мовчан С.И.

Аннотація - работа посвящена вопросам очистки смазочно-охлаждающих жидкостей при ремонте деталей сельскохозяйственной техники.

CLEANING OF THE COOLING-LUBRICATING LIQUIDS IN THE REPAIR PARTS OF AGRICULTURAL MACHINERY

V. Gulevsky, S. Movchan

Summary

The article is devoted to the issues of cleaning cooling-lubricating liquids in the repair of the parts of agricultural machinery.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОВАЛОВ СУТОЧНЫХ ГРАФИКОВ НАГРУЗКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРООТОПЛЕНИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Овчаров С.В., к.т.н.,

Буряк А.В.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619)42-32-63

Аннотация – исследованы графики электрической нагрузки энергетической системы и графики тепловой нагрузки электроотопительных систем.

Ключевые слова – график электрической нагрузки, график суточной температуры, график суточной мощности электроотопительной системы.

Постановка проблемы. Одним из путей уменьшения потерь электрической энергии является выравнивание суточных графиков нагрузки энергетической системы. Эта задача частично решается за счет использования электрической энергии в часы провала нагрузок для целей электроотопления.

Анализ последних исследований. В [1] подробно разработана энергосберегающая технология электротеплоаккумуляционного обогрева в жилищно-коммунальном и аграрно-промышленном комплексах Украины. В [2] охарактеризовано современное состояние и основные направления использования электрической энергии для теплоснабжения в Украине.

Однако отсутствуют разработки, связывающие между собой графики электрических нагрузок энергетической системы и графики тепловых нагрузок систем электроотопления.

Формулирование цели статьи. Поэтому целью статьи является исследование суточных графиков электрической и тепловой нагрузок в системах электроотопления.

Основная часть. Негативным свойством электроэнергии, как товарного продукта, остается невозможность производства электроэнергии "про запас", то есть "складирование" или аккумулялирование ее временных излишков. Причиной этого явления является одномомент-

ность генерации и потребления электроэнергии. Суточная и сезонная неравномерности спроса на электроэнергию предопределяют зависимость ее производства от времени суток и поры года. На рис. 1 приведены типы суточных графиков нагрузки объединенной энергетической системы Украины на 21 декабря 2005 года.

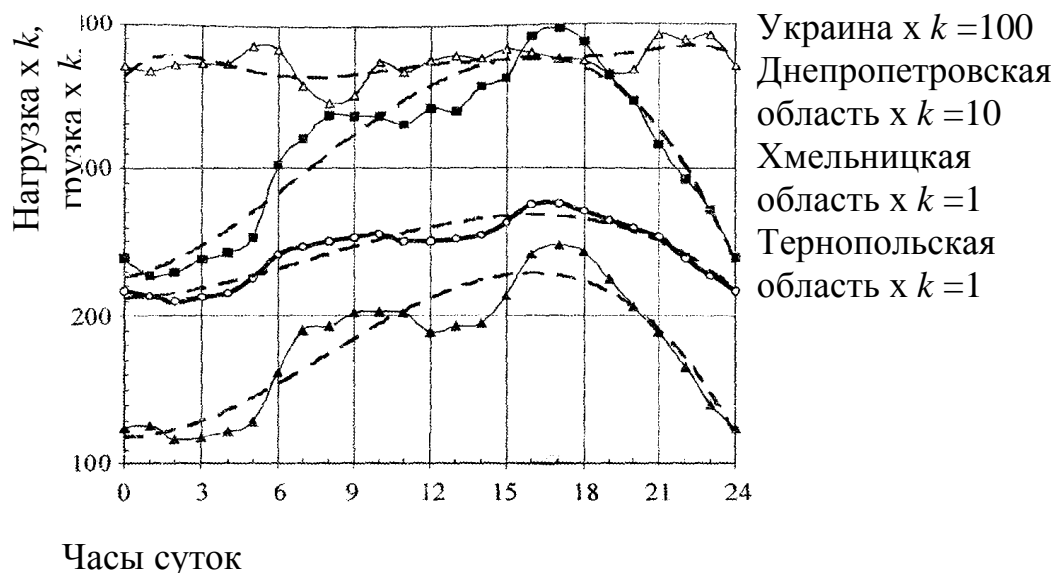


Рис. 1. Суточная нагрузка в зимний режимный день 2005 года (обозначенные знаком x множители k для определения числовых значений нагрузки по оси ординат).

Очевидно, что кроме временного и погодного факторов на характер графика нагрузок влияют много других факторов, в частности геополитические риски и вызовы, факторы разной (социально-экономической, технической, политической, экономически-географической) природы, механизмы взаимодействия которых довольно сложные, а результаты в виде значений и тенденций макроэкономических показателей и их комплексов иногда могут быть противоречивыми. До сих пор не предложено надежной модели современных и перспективных графиков нагрузки объединенной энергетической системы Украины в условиях так называемого свободного функционирования оптового рынка электроэнергии, которая бы более или менее учитывала социальные, политические или экономические конъюнктуры, которые существуют сейчас или ожидаются в будущем. Но в любом случае, первым и обязательным условием построения модели графика нагрузок объединенной энергетической системы Украины, как зеркала ее экономики, есть учет фактически потребляемой электроэнергии.

Анализ графиков нагрузки на рисунке 1 показывает, что существуют большие провалы нагрузки в ночные часы, что требует их заполнения с точки зрения экономии энергоресурсов. Одним из таких

способов заполнения графика является применение электрической энергии для электроотопления, в том числе и путем аккумуляции тепловой энергии, полученной из электрической.

Исследуем график тепловой нагрузки отопления в течение суток.

Энергетический баланс отапливаемого помещения можем описать следующим дифференциальным уравнением

$$Cdt + \lambda\tau dt = Pdt, \quad (1)$$

где C – теплоёмкость помещения, Дж/°C;

τ – превышение температуры в помещении над температурой окружающей среды, °C;

λ – теплоотдача помещения в окружающую среду, Дж/с°C;

P – мощность теплоты, поступающей в помещение, Вт;

t – текущее время, с.

Разделим правую и левую часть на λdt

$$\frac{Cdt}{\lambda dt} + \tau = \frac{P}{\lambda}. \quad (2)$$

Введём обозначение

$$\frac{C}{\lambda} = T. \quad (3)$$

Определим единицу введенной величины T

$$[T] = \frac{\text{Дж/°C}}{\text{Дж/с} \cdot \text{°C}} = \text{с}.$$

Введенную величину назовём **постоянной времени нагрева** помещения.

Введём обозначение

$$\frac{P}{\lambda} = \tau_y. \quad (4)$$

Определим единицу введенной величины τ_y

$$[\tau_y] = \frac{\text{Вт}}{\text{Дж/с} \cdot \text{°C}} = \text{°C}.$$

Введенную величину назовём *установившимся превышением температуры* помещения над температурой окружающей среды.

Перепишем уравнение

$$T \frac{d\tau}{dt} + \tau = \tau_y. \quad (5)$$

Решение уравнения даёт закон нагревания (охлаждения) отапливаемого помещения во времени

$$\tau = \tau_y \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) + \tau_{нач} e^{-\frac{t}{T}}, \quad (6)$$

где $\tau_{нач}$ – начальное превышение температуры помещения над температурой окружающей среды, °С.

В установившемся режиме отопления мощность теплоносителя, которая вводится в помещение, равна мощности теплоты $\lambda\tau$, отдаваемой в окружающую среду, то есть

$$P = \lambda\tau. \quad (7)$$

В свою очередь превышение температуры помещения над температурой окружающей среды запишем следующим образом

$$\tau = \vartheta - \vartheta_{сп}, \quad (8)$$

где ϑ – заданная температура отапливаемого помещения, °С;

$\vartheta_{сп}$ – температура окружающей среды (наружного воздуха), °С.

Известно, что в течение суток температура наружного воздуха изменяется по синусоидальному закону

$$\vartheta_{сп} = \vartheta_0 + \vartheta_m \sin(\omega t + \psi_\vartheta), \quad (9)$$

где ϑ_0 – среднесуточная температура наружного воздуха, °С;

ϑ_m – амплитуда колебания температуры наружного воздуха, °С;

ω – круговая частота колебательного процесса, рад/ч;

t – текущее время, ч;

ψ_ϑ – начальная фаза колебания температуры наружного воздуха, рад.

Запишем выражение круговой частоты колебания температуры

наружного воздуха:

$$\omega = 2\pi f, \quad (10)$$

$$f = \frac{1}{T} \quad (11)$$

где f – частота колебания температуры наружного воздуха, 1/ч;

T – период колебания температуры наружного воздуха, ч.

Принимаем период колебаний температуры наружного воздуха равным 24 часам. Тогда частота колебания температуры наружного воздуха равна 1/24 колебаний за час.

Определяем значение круговой частоты колебания температуры наружного воздуха

$$\omega = \frac{2\pi}{24} = \frac{\pi}{12} \text{ рад/с}. \quad (12)$$

Принимаем температуру помещения равной 18 °С.

Тогда превышение температуры помещения над температурой окружающей среды запишем следующим образом

$$t = 18 - \vartheta_0 + \vartheta_m \sin\left(\frac{\pi}{12}t + \psi_\vartheta\right). \quad (13)$$

В результате получаем выражение мощности теплоносителя, поступающей в помещение, во времени

$$P = \lambda \left(18 - \vartheta_0 + \vartheta_m \sin\left(\frac{\pi}{12}t + \psi_\vartheta\right) \right). \quad (14)$$

Выводы. Полученное выражение позволяет регулировать во времени суток мощность теплоносителя, обеспечивающую постоянную температуру в отапливаемом помещении.

Литература

1. Енергоощадна технологія електротеплоакумуляційного обігріву в житлово-комунальному та аграрно-промисловому комплексах України / Д.Й.Розинський, В.Д.Іогарчов, С.Я.Меженний [та ін.]. – К.: Видавництво Купріянова О.О., 2007. – 272 с.

2. Сучасний стан і основні напрямки застосування електричної енергії для тепlopостачання в Україні / А.А.Долінський,

М.П.Тимченко, А.А.Халатов [та ін.]; за ред. А.А. Долінського, Д.Й. Розинського. – К.: Видавництво Купріянова О.О., 2009. – 252 с.

**ВИКОРИСТАННЯ ПРОВАЛІВ ДОБОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ
ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЕЛЕКТРООПАЛЕННЯ
В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ**

Овчаров С.В., Буряк А.В.

Анотація – досліджені графіки електричного навантаження енергетичної системи і графіки теплового навантаження електроопалювальних систем.

**USAGE OF DAILY LOAD CURVE DROPS OF ELECTRIC POWER
SYSTEM FOR ELECTRIC HEATING IN AGRO INDUSTRIAL
COMPLEX**

S. Ovcharov, A. Buryak

Summary

There was research electric power system load curve and thermal load curves of electric heating systems.



УДК 621.313

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИТРАТ РЕСУРСУ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Мірошник О.В., к.т.н.,

Котляр О.А.,

Пазій В.Г.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка

Тел. (057) 712-34-32

Анотація – розглядаються математичні моделі оцінки зміни спрацьованого ресурсу електрообладнання на основі даних діагностики щодо відхилення експлуатаційних факторів від номінальних значень з урахуванням ступеня впливу експлуатаційних факторів на ресурс електрообладнання для прогнозування залишкового ресурсу електрообладнання.

Ключові слова – система електропостачання, експлуатаційні фактори, ресурс електрообладнання, діагностика.

Постановка проблеми. Системи електропостачання сільськогосподарських споживачів, як і будь-які технічні системи, зазнають впливів експлуатаційних факторів, що з часом призводить до відмов. Тому зростає актуальність впровадження засобів збору і обробки діагностичної інформації та розробки математичних моделей, які дозволяють максимально враховувати всі фактори, що впливають на технічний стан електрообладнання.

Аналіз останніх досліджень. Для того щоб об'єднати різносторонню діагностичну інформацію і на цій базі розрахувати інтегральну кількісну характеристику рівня технічного стану електрообладнання, потрібна розробка комплексного методу. В якості такої інтегральної характеристики приймають значення спрацьованого ресурсу [1, 2]. Порівнюючи отриману величину з допустимими границями її зміни, можна дати рекомендації щодо необхідності виводу електрообладнання в ремонт або про продовження терміну його експлуатації, зокрема понаднормативної.

Формулювання мети статті. Метою статті є розробка математичних моделей оцінки технічного стану електрообладнання системи електропостачання сільськогосподарських об'єктів на основі даних діагностики технічного стану електрообладнання та моніторингу ре-

жимів роботи для визначення величини спрацьованого ресурсу, залишкового ресурсу електрообладнання, для обґрунтування рішення щодо дострокового виводу електрообладнання з експлуатації чи щодо понаднормативного терміну його експлуатації.

Основна частина. Один з методів статистичного прогнозування базується на визначенні середнього наробітку до відмови досліджуваного електрообладнання, якщо відомі інтенсивності відмов елементів, що входять до його складу, та закон зміни ймовірності безвідмовної роботи. Зміна надійності системи з однаковою інтенсивністю відмов λ в процесі експлуатації описується експоненціальним законом

$$P(t) = e^{-\lambda t}. \quad (1)$$

В процесі експлуатації електрообладнання піддається дії впливу n -різних експлуатаційних факторів, що характеризуються величиною X_i . Якщо визначити таку величину $\Delta X_i = const$, при збільшенні нормативного значення фактора X_{0i} на яку, фактичний спрацьований ресурс електрообладнання збільшується, наприклад, в $e = 2,718$ раз в порівнянні з витратами ресурсу в режимі нормативних значень експлуатаційного фактора X_{0i} , а при зменшенні – зменшується в e раз, то можна записати вираз для розрахунку фактичного спрацьованого ресурсу електрообладнання в залежності від зміни величини X_i

$$R_{\phi} = R_0 e^{\frac{(X_i - X_{0i})}{\Delta X_i}}, \quad (2)$$

де $R_0 = R_0(X_{0i})$ – спрацьований ресурс електрообладнання за нормативних умов експлуатації;

X_{0i} – нормативне значення експлуатаційного фактора X_i ;

$\Delta X_i = X_i - X_{0i} = const$ – таке значення відхилення фактора X_i від нормативного, при якому фактичний спрацьований ресурс електрообладнання збільшується (при $\Delta X_i > 0$) в e раз, $R_{\phi}/R_0 = e$.

Якщо застосовуються часові одиниці вимірювання ресурсу, то нормативний ресурс відповідає встановленому терміну служби, а фактичний ресурс – фактичному терміну служби. За нормативних умов експлуатації фактичний ресурс електрообладнання приймається рівним нормативному, установленому в його паспортних даних.

Розділивши обидві частини виразу (2) на величину R_0 , а чисельник і знаменник показника ступеня в цьому ж виразі – на X_{0i} , отримаємо вираз для визначення фактичного спрацьованого ресурсу електрообладнання у відносних одиницях (в.о.), що зручно для аналізу можливого впливу умов експлуатації на ресурс електрообладнання за даними моніторингу режимів роботи

$$R^* = R_0^* e^{\frac{(X_i^* - 1)}{\Delta X_i^*}}, \quad (3)$$

де R^* – фактичний ресурс електрообладнання у в.о. при постійній величині фактора X_i^* ;

$$X_i^* = \frac{X_i}{X_{0i}} \text{ – відносне значення } i\text{-го фактора};$$

$$\Delta X_i^* = \frac{X_k - X_{0i}}{X_{0i}} \text{ – відносне відхилення } i\text{-го фактора}.$$

Оскільки $R_0^* = 1$ в.о., вираз (3) матиме вигляд

$$R^* = e^{\frac{(X_i^* - 1)}{\Delta X_i^*}}. \quad (4)$$

Якщо за даними системи діагностики на інтервалі $[R_1^*, R_2^*]$ нескінченно малого наробітку досліджуваний фактор прийняв певне значення X_i , то фактичний спрацьований ресурс на цьому інтервалі наробітку розраховується як

$$\Delta R^* = \int_{R_1^*}^{R_2^*} e^{\frac{(X_i^* - 1)}{\Delta X_i^*}} dr. \quad (5)$$

В процесі експлуатації інтенсивність впливу різних експлуатаційних факторів на електрообладнання на деяких з інтервалів наробітку є відмінною від номінальної ($X_i^* > X_{0i}^*$ або $X_i^* < X_{0i}^*$), тому сумарний фактичний спрацьований на цих інтервалах наробітку ресурс ΔR_Σ^* розраховується як

$$\Delta R_\Sigma^* = \sum_{j=1}^K \int_0^{R_j^*} e^{\frac{(X_i^* - 1)}{\Delta X_i^*}} dr, \quad (6)$$

де $j = 1 \dots K$ – інтервали з ненормативними умовами експлуатації електрообладнання;

R_j^* – величина наробітку на j -му інтервалі;

X_{ij}^* – значення i -го фактора на j -му інтервалі наробітку.

На рис. 1 показана зміна фактичного спрацьованого ресурсу електрообладнання в залежності від величини відхилення експлуатаційних факторів від номінальних значень та від ступеня впливу експлуатаційних факторів на ресурс електрообладнання.

В системі діагностики електрообладнання для аналізу ступеня впливу експлуатаційних факторів на надійність електрообладнання

доцільно розділити їх за фізичною природою на чотири основні групи: теплові (пов'язані з нагрівом); електричні (пов'язані зі зміною напру- ги живлення); механічні (пов'язані з механічним зносом); хімічні (пов'язані з хімічними процесами, що протікають в матеріалах, з яких виготовлене електрообладнання), хоча найчастіше ці фактори ще і впливають один на одного. З врахуванням цього вираз (4) можна представити у вигляді

$$R^* = \exp \left(\sum_{i_T=1}^{N_T} \frac{(X_{i_T}^* - 1)}{\Delta X_{i_T}^*} + \sum_{i_E=1}^{N_E} \frac{(X_{i_E}^* - 1)}{\Delta X_{i_E}^*} + \sum_{i_M=1}^{N_M} \frac{(X_{i_M}^* - 1)}{\Delta X_{i_M}^*} + \sum_{i_X=1}^{N_X} \frac{(X_{i_X}^* - 1)}{\Delta X_{i_X}^*} \right), \quad (7)$$

де $i_T=1...N_T, i_E=1...N_E, i_M=1...N_M, i_X=1...N_X$ – відповідно кількість теплових, електричних, механічних та хімічних факторів, що діють на електро- обладнання;

$X_{i_T}^*$ та $\Delta X_{i_T}^*$, $X_{i_E}^*$ та $\Delta X_{i_E}^*$, $X_{i_M}^*$ та $\Delta X_{i_M}^*$, $X_{i_X}^*$ та $\Delta X_{i_X}^*$ – відповід- но кратність та відносне відхилення i_T -го теплового, i_E -го електрично- го, i_M -го механічного та i_X -го хімічного факторів.

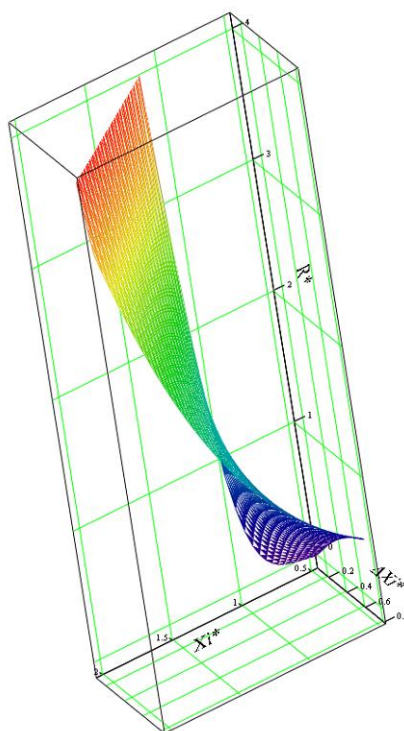


Рис.1. Залежність фактичного спрацьованого ресурсу електрооб- ладнання від значення факторів впливу.

Фактичний спрацьований ресурс електрообладнання за наробі- ток в обсязі нормативного ресурсу R_0^* з урахуванням впливу експлуа-

таційних факторів визначається як сума наробітку при нормативних ΔR_0^* і при ненормативних ΔR_{Σ}^* умовах експлуатації

$$R_{\phi}^* = \Delta R_0^* + \Delta R_{\Sigma}^*. (8)$$

Задача системи діагностики полягає у визначенні інтервалів часу роботи електрообладнання в нормативних (номінальних) та ненормативних (відмінних від номінальних як в бік перевищення, так і в бік зниження у порівнянні з номінальними значеннями параметрів режиму) умовах експлуатації та у визначенні значень відповідних факторів X_i , які характеризують ці умови.

З урахуванням (7) і (8), отримаємо вираз для визначення фактичного спрацьованого ресурсу електрообладнання за наробіток в межах нормативного ресурсу R_0^*

$$R_{\phi}^* = \Delta R_0^* + \sum_{j=1}^k \int_0^{R_j^*} e^{\sum_{i_T=1}^{N_T} \frac{(X_{i_T j}^* - 1)}{\Delta X_{i_T}^*} + \sum_{i_E=1}^{N_E} \frac{(X_{i_E j}^* - 1)}{\Delta X_{i_E}^*} + \sum_{i_M=1}^{N_M} \frac{(X_{i_M j}^* - 1)}{\Delta X_{i_M}^*} + \sum_{i_X=1}^{N_X} \frac{(X_{i_X j}^* - 1)}{\Delta X_{i_X}^*}} dr. (9)$$

З виразу (9) видно, що можливий варіант, коли перевищення нормативного значення одного з параметрів X_i може одночасно компенсуватись зниженням значення іншого параметра на цьому ж або на іншому інтервалі наробітку j таким чином, що показник ступеня у виразі буде дорівнювати нулю $e=0$. Це означатиме, що в сумі два (чи кілька) ненормативних режими (на одному чи на кількох інтервалах наробітку) призведуть до такого ж спрацьовання ресурсу електрообладнання, як і робота в нормативному режимі. Прикладом такого випадку може слугувати дозвіл на перевантаження силових трансформаторів в години максимуму навантажень з урахуванням їхнього недовантаження в інші періоди [3].

Знайдемо відношення значень величин фактичного спрацьованого R_{ϕ}^* і нормативного R_0^* ресурсів

$$c = \frac{R_{\phi}^*}{R_0^*} = \frac{\Delta R_0^*}{R_0^*} + \frac{1}{R_0^*} \sum_{j=1}^k \int_0^{R_j^*} e^{\sum_{i_T=1}^{N_T} \frac{(X_{i_T j}^* - 1)}{\Delta X_{i_T}^*} + \sum_{i_E=1}^{N_E} \frac{(X_{i_E j}^* - 1)}{\Delta X_{i_E}^*} + \sum_{i_M=1}^{N_M} \frac{(X_{i_M j}^* - 1)}{\Delta X_{i_M}^*} + \sum_{i_X=1}^{N_X} \frac{(X_{i_X j}^* - 1)}{\Delta X_{i_X}^*}} dr. (10)$$

Величина c – це характеристика оптимальності експлуатації електрообладнання. Якщо $c > 1$, то це означає, що обладнання працює не в оптимальних для нього – тяжких умовах.

Якщо величина $c < 1$, то електрообладнання експлуатується в полегшеному режимі. Це говорить про запас ресурсу, який може бути використаний для понаднормативного продовження експлуатації да-

ного електрообладнання.

Якщо електрообладнання вже спрацювало деякий ресурс $R_{сп}^* = R_{\phi}^*$, тоді можна визначити нормативний залишковий ресурс за умови подальшої роботи електрообладнання в нормативних умовах.

Очікуване значення фактичного залишкового ресурсу $R_{0,зал}^*$ (у разі подальшої експлуатації з нормативними значеннями параметрів) з урахуванням (7)

$$R_{0,зал}^* = R_0^* - R_{\phi}^* = R_0^* - \Delta R_0^* - \Delta R_{\Sigma}^* \quad , \quad (11)$$

а оскільки $R_0^* = 1$ – нормативний ресурс електрообладнання у відносних одиницях, то

$$R_{0,зал}^* = 1 - \Delta R_0^* - \Delta R_{\Sigma}^* \quad . \quad (12)$$

У разі ненормативних умов подальшої роботи електрообладнання величина фактичного залишкового ресурсу електрообладнання $R_{зал}^*$ повинна бути скоригована з врахуванням очікуваного впливу експлуатаційних факторів

$$R_{зал}^* = \frac{1}{c} (1 - \Delta R_0^* - \Delta R_{\Sigma}^*) \quad . \quad (13)$$

Знаючи величину нормативного залишкового ресурсу $R_{0,зал}^*$, можна розрахувати режим експлуатації електрообладнання для досягнення потрібної величини наробітку $R_{зал}^* > R_{0,зал}^*$ за рахунок полегшення режиму роботи за декількома факторами X_i на окремих j -х інтервалах наробітку. Для цього у виразі (9) замінюються величини фактично спрацьованого ресурсу на потрібне значення наробітку $R_{\phi}^* = R_{зал}^*$, а сума наробітку при нормативних умовах експлуатації – на величину фактичного залишкового ресурсу за умов нормативних значень експлуатаційних факторів $\Delta R_0^* = R_{0,зал}^*$

$$R_{зал}^* = R_{0,зал}^* + \sum_{j=1}^k \int_0^{R_j} e^{\sum_{i_T=1}^{N_T} \frac{(X_{iT}^* - 1)}{\Delta X_{iT}^*} + \sum_{i_E=1}^{N_E} \frac{(X_{iE}^* - 1)}{\Delta X_{iE}^*} + \sum_{i_M=1}^{N_M} \frac{(X_{iM}^* - 1)}{\Delta X_{iM}^*} + \sum_{i_X=1}^{N_X} \frac{(X_{iX}^* - 1)}{\Delta X_{iX}^*}} dr \quad . \quad (14)$$

За рахунок варіювання значень експлуатаційних факторів X_i на j -х інтервалах, досягається виконання тотожності (14). Значення отриманих при цьому факторів X_{ij} є шуканими величинами експлуатаційних факторів, підтримка яких дозволить експлуатацію електрообладнання на заданому інтервалі наробітку в обсязі $R_{зал}^*$.

Висновки. Розроблені математичні моделі дають змогу на основі даних діагностики технічного стану електрообладнання та моніторингу режимів роботи здійснювати оцінку величин спрацьованого ресурсу, залишкового ресурсу електрообладнання, приймати рішення щодо дострокового виводу електрообладнання з експлуатації чи щодо понаднормативної його експлуатації.

Література

1. Назарычев А. Н. Методика оценки фактического ресурса электрооборудования с учетом воздействия эксплуатационных факторов / А.Н. Назарычев, Д. А. Андреев // Повышение эффективности работы энергосистем: Тр. ИГЭУ. Вып. 6. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – С. 288 – 306.

2. Назарычев А. Н. Методы и модели оптимизации ремонта электрооборудования объектов энергетики с учетом технического состояния / А. Н. Назарычев. – Иваново: Иван. гос. энерг. ун-т, 2002. – 168 с.

3. Федосенко Р.Я. Эксплуатационная надежность электросетей сельскохозяйственного назначения / Р. Я. Федосенко, А. Я. Мельников. – М.: Энергия, 1977. – 320 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСХОДА РЕСУРСА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Мирошик А. В., Котляр А. А., Пазий В. Г.

Аннотация – рассматриваются математические модели оценки изменения сработанного ресурса электрооборудования на основе данных диагностики об отклонении эксплуатационных факторов от номинальных значений с учетом степени влияния эксплуатационных факторов на ресурс электрооборудования для прогнозирования остаточного ресурса электрооборудования.

MATHEMATICAL MODEL OF OVERHEAD ELECTRICAL

O. Miroshnyk, O. Kotlyar, V. Pazyu

Summary

The mathematical model considers changes in Harmony resource estimates based on data from electrical diagnostics with respect to operational factors of deviation from the nominal values to the extent that the influence of operational factors on the life of electrical equipment to predict remaining life of electrical equipment.



АКУСТИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЖИВОТНЫХ

Кунденко Н.П. к.т.н.,*

Черенков А.Д., д.т.н.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П.Василенка

Тел. (057)712-28-33

Аннотация – предложено использовать ультразвуковые колебания как средства увеличения криорезистивности биологических объектов и поиск способов дополнительной криозащиты их структур.

Ключевые слова - клетка, биообъект, криоконсервирования, ультразвук.

Постановка проблемы. Решение продовольственной проблемы в Украине в значительной степени связано с методом искусственного осеменения животных. Широкое использование метода искусственного осеменения в животноводстве во много определяется эффективностью криоконсервации спермиев в жидком азоте.

Несмотря на то, что вопросу криоконсервации спермиев животных уделено достаточно большое внимание, всё же основной проблемой остаётся снижение биологически полноценных спермиев в процессе криообработки.

Анализ последних исследований. В этой связи важной проблемой является всестороннее изучение возможностей увеличения криорезистивности биологических объектов и поиск способов дополнительной криозащиты их структур. Процессы замораживания и последующего отогрева могут оказывать сильное повреждающее действие на биологические объекты (спермии, эмбрионы и т.п.). Основными факторами влияющими на степень повреждения структуры биологических объектов являются: величина кристаллов льда, продолжительность пребывания клеток в гипертонических средах, внутриклеточная кристаллизация, обезвоживание клеток, рекристаллизация, агрегация и денатурация клеточных белков. В результате влияния всех этих факторов у клеток возникают первичные криоповреждения, также, как и изменение

© к.т.н., доц. Кунденко М.П., д.т.н., проф. Черенков А.Д

* Научный консультант - д.т.н., проф. Черенков А.Д

форми, об'єма, порушення цілостності мембрани, змінення конформації макромолекул і др. Такі первичні криоповреждения можуть стати причиною вторичних повреждений, розвиваючихся в клітках в різне час після размораживання.

Формулювання цілі статті. Исследовать возможные механизмы воздействия ультразвуковых волн с целью оптимизации условий низкотемпературного консервирования таких биологических объектов как сперма сельскохозяйственных животных.

Основная часть. В результате исследований было установлено, что добавление в сперму быка желтка куриного яйца способствует повышению устойчивости спермиев к температурному шоку.

Действующим началом яичного желтка являются фосфолипиды и липопротеиды. Механизм защитного действия липидов состоит в том, что желток «разжижает» плазмалоген спермиев и предохраняет его от затвердевания при понижении температуры. Обработка желтком спермы животных весьма значительно меняет качественный состав мембраны.

Исходя из общего плана строения молекул липидов, можно объяснить механизм адсорбции этих веществ на поверхность мембраны. Водно-солевые растворы липидов имеют ламеллярную или мицеллярную структуру, которая характеризуется минимальной площадью соприкосновения гидрофобных частей молекул с водой и, таким образом, наименьшей свободной энергией системы.

При возрастании концентрации липидов (\approx до 50%) в присутствии заряженных молекул белков наблюдается полислоное строение липидных растворов, когда раствор представляет набор бислойных липидных пленок, пространство между которыми, возможно, заполнено молекулами белка и растворителем.

Как указано в работе [5], к фосфорной группе фосфолипидов часто присоединяется азотсодержащее основание, вследствие чего формируется полярная головка с двойным зарядом (+ -), которая при физиологических значениях рН может быть электрически нейтральной. Молекулы таких соединений (фосфорилхолин, фосфорилсерин, фосфорилэтанолламин и т.п.) имеют дипольный момент.

Наличие четко выраженного дипольного момента в молекуле липидов и электрического заряда на мембране клетки позволяет предположить значительное участие в эффекте фортификации мембран электрических взаимодействий, в которых клеточная мембрана играет роль заряженного центра, где адсорбируются молекулы липидов растворов.

Следовательно, различные типы взаимодействий: Ван-дер-Ваальса, ориентационные, дисперсионные, электростатические и другие приведут к перераспределению молекул липидов между рас-

твором и клеточной мембраной, таким образом, что часть липидных молекул адсорбируется на поверхности клетки и вся система приходит в более устойчивое энергетическое состояние с меньшим значением свободной энергии.

Толщина защитного слоя на плазматической мембране будет возрастать дискретно на величину, равную толщине одного бислоя, т.е. и с окружающим клетку раствором, и с поверхностью мембраны клетки молекулы липидов соприкасаются полярными «головками». Так как длина таких молекул колеблется в пределах 25...35 Å, толщина защитного слоя будет увеличиваться при образовании еще одного адсорбирующего слоя на 40...60 Å.

Следует отметить, что упорядоченность адсорбции с увеличением количества слоев будет ухудшаться. Вследствие экранировки заряда клетки предыдущими слоями, упорядочивающее его значение будет снижаться, возрастет разрыхленность последующих слоев и молекулы липидов будут занимать большую площадь, чем в более глубоких слоях; степень свободы их с клеткой возрастет, и они будут легче переходить в раствор. Другими словами, энергия связи с поверхностью клетки каждого последующего слоя будет ниже, чем предыдущего, что приведет, в конце концов, к эффекту насыщения, когда толщина мембраны уже не будет возрастать, несмотря на дальнейшее увеличение концентрации липидов в окружающем растворе [4]. При концентрации желтка в разбавителе до 60% максимальная толщина оболочки на поверхности мембраны не превышает величину 250...300 Å [5].

Наряду с совершенствованием таких традиционных подходов, как определение для каждого биологического объекта криозащитных сред и режимов криоконсервирования, изучаются возможности использования физических факторов, оказывающих обратимо модифицирующее воздействие на криолабильные структуры биологических систем. Одним из таких физических факторов является ультразвук низкой интенсивности. Если реакции биологических объектов на ультразвуковые колебания изучены хорошо на молекулярном, клеточном и тканевом уровнях, то возможности влияния ультразвуковых волн на биологические объекты, находящиеся в криоконсервирующей среде, изучены недостаточно. Эффект увеличения криорезистивности получен на весьма ограниченном наборе биологических объектов: половых клетках и безъядерных клетках крови.

Необходимо повысить эффективность способов замораживания и отогрева биологических объектов (спермии, эмбрионы и т.п.) и выявить подходы к использованию ультразвуковых волн при криоконсервировании биологических объектов. Существенным вопросом при этом является возможность физико-математического описания взаи-

модействия ультразвуковых волн с криоконсервирующей средой, содержащей биологические объекты. Поскольку, при наличии ультразвуковых волн в криоконсервирующей среде возникают диффузионные процессы, где перенос и собственно молекулярные движения частиц взаимно перекрывают друг друга, и разделение их экспериментальным путём представляет собой чрезвычайно трудную задачу.

Анализ многочисленных экспериментальных результатов [1] показывает, что процесс массопередачи определяется диффузией, возникающей вследствие наличия разности концентрации частиц между слоем среды, непосредственно примыкающей к поверхности биологического объекта и толщиной среды. С математической точки зрения этот факт выражается так называемым законом Фика [1]: диффузионный поток частиц среды к поверхности объекта прямо пропорционален градиенту концентрации частиц на его поверхности. Как следует из ряда экспериментов [1], поток частиц среды при наличии ультразвуковых волн возрастает. Согласно закону Фика это возможно в том случае, если ультразвуковые волны могут увеличивать коэффициент молекулярной диффузии (коэффициент пропорциональности в законе Фика) или градиент концентрации на поверхности биологического объекта.

Анализ результатов приведенных в [1] позволяет сделать вывод о том, что коэффициент диффузии практически не изменяется в звуковом поле. Следовательно, должен увеличиваться градиент концентрации частиц среды на поверхности биологического объекта. Физической причиной такого увеличения являются микропотоки в малой окрестности биологических объектов, возникающие при воздействии ультразвуковых волн на криоконсервирующую среду. Это приводит к тому, что у поверхности биологического объекта образуется пограничный слой частиц среды с плотностью, отличающейся от плотности криоконсервирующей среды до воздействия ультразвуковых волн. Следует ожидать, что такой слой в окрестности поверхности биологического объекта может повысить его криорезистивность.

Проведенный анализ показывает, что повышение выживаемости спермиев животных при криоконсервации с помощью стабилизирующих добавок очевидно можно повысить при использовании факторов акустической или электромагнитной природы. Применение данных факторов требует разработки метода и технических средств контроля по их внедрению в технологический процесс криоконсервации спермиев животных.

Из многочисленных методов измерения параметров биологических объектов внимания заслуживают диэлькометрические методы.

Диэлектрическая проницаемость разбавленных гетерогенных

систем с учетом влияния формы частиц, неоднородностей включений; концентрированных систем с учетом влияния структуры, взаимной поляризации включений (слоистая модель, модель сферических включений); времен релаксации гетерогенных систем, учитывающих критические частоты, релаксацию свободных и связанных зарядов проводящих релаксирующих частиц. Изучаются также системы релаксирующих проводящих частиц в изолирующей среде, поверхности раздела, пленочные эффекты, капиллярно-пористые системы, рассматривается двойной электрический слой.

В ряде работ отмечены большие возможности диэлектromетрии для анализа молекулярных механизмов взаимодействия биополимеров [4,5]. Диэлектromетрия позволила зафиксировать изменение диэлектрических характеристик при N-F-переходе в растворе сывороточного альбумина человека [6].

Для крови и спермы животных методом диэлектromетрии были установлены различные характеристики заряженной поверхности, объем и толщина оболочки. Для спермы быка была определена зона дисперсии диэлектрической проницаемости и время релаксации $2,6 \cdot 10^{-6}$ мин., емкость мембраны $0,668 \cdot 10^{-6}$ пФ/см² и ее толщина -37 \AA . В процессе контроля за обработкой микрообъектов животных акустическими колебаниями нами был выбран метод измерения сдвига резонансной частоты ОР при помещении в его объем ячеек с различными образцами. Общий вид экспериментальной установки представлен на рис. 1, а функциональная схема системы измерения приведена на рис.2.

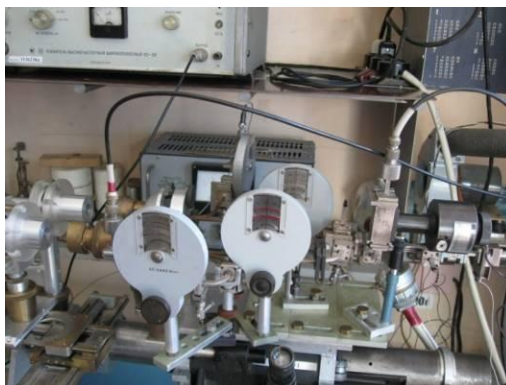


Рис. 1. Общий вид системы контроля.

В качестве репера будем использовать эталонный резонатор, в который помещается ячейка с исходным веществом. Применение эталонного резонатора позволяет также исключить влияние нестабильности частоты задающего генератора 1, в качестве которого

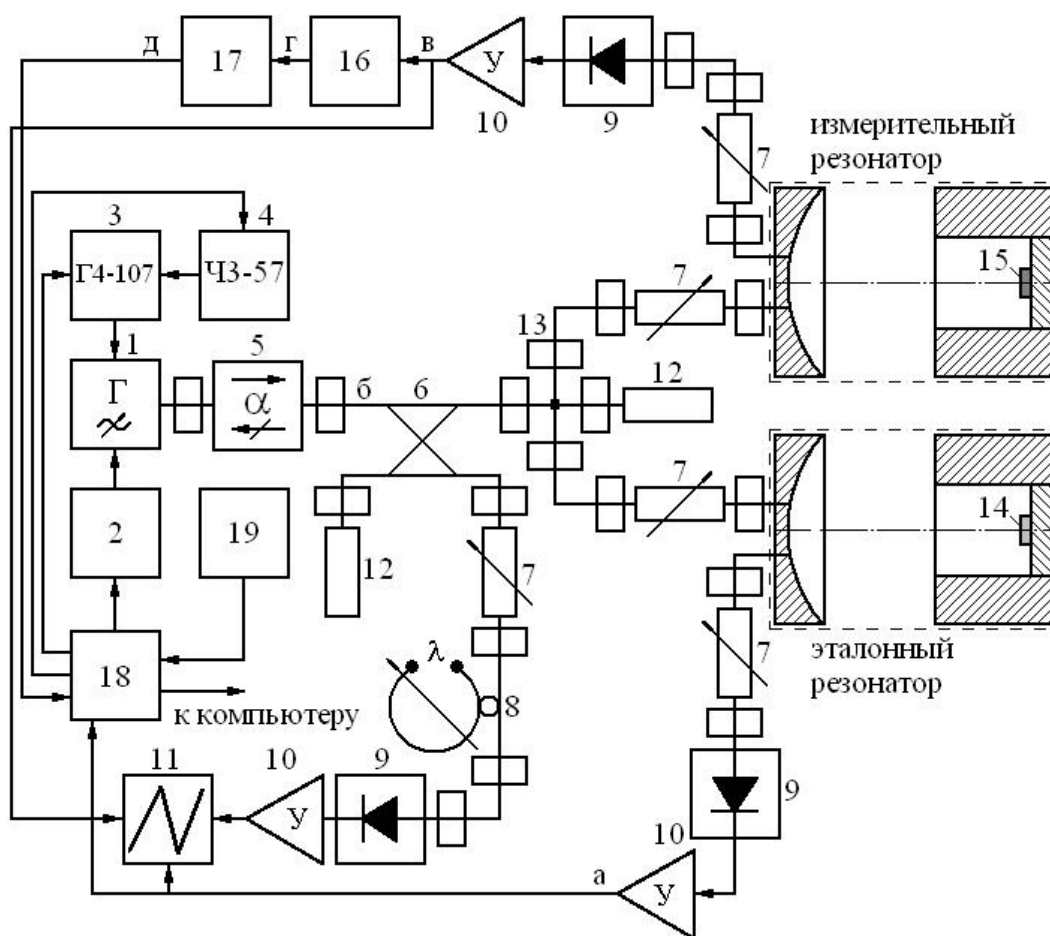


Рис.2. Блок-схема измерительной установки для контроля малых изменений частоты.

используется ЛПД четырехмиллиметрового диапазона длин волн, на результаты измерений. А для измерения сдвигов резонансной частоты будем использовать частотно-модулированный (ЧМ) сигнал, пропускаемый через резонатор. Частота генератора 1 может перестраиваться по линейному закону в диапазоне $f_{ЭГ} \pm 75$ МГц с помощью варактора 2, включенного в цепь обратной связи генератора. Для этого на варактор подается пилообразное напряжение. А чтобы получить абсолютный масштаб частоты на ЛПД подается еще модулирующее напряжение частотой $F = 60$ МГц от высокочастотного генератора Г4-107. Для контроля частоты этого генератора в схему включен универсальный малогабаритный частотомер ЧЗ-57. Это приводит к появлению в спектре излучения ЛПД боковых частот, отстоящих на величину F от несущей. Вследствие частотной модуляции сигнала генератора 1 сигнал на выходе эталонного резонатора будет иметь вид трех узких пиков.

Для развязки генератора 1 с нагрузкой в тракт СВЧ включен вентиль 5, имеющий прямые потери 0,3 дБ и обратные 29 дБ в полосе частот $75 \pm 1,5$ ГГц. Для контроля частоты задающего генератора в схеме предусмотрен дополнительный канал, образованный направ-

ленным ответвителем 6, имеющим переходное ослабление 22 дБ в полосе пропускания вентиля, поляризационным измерительным аттенюатором 7, волномером 8, детектором 9, широкополосным усилителем 10 (УЗ-29) и осциллографом 11 (С1-75). В четвертом плече направленного ответвителя установлена согласованная нагрузка 12. Сигнал с выхода направленного ответвителя поступает на двойной волноводный тройник 13, где разделяется пополам. Одна часть сигнала возбуждает эталонный резонатор, а другая – измерительный. Оба резонатора идентичны. Они образованы сферическими и плоскими зеркалами, апертуры которых равны 60 мм. Радиусы кривизны R сферических отражателей равны 110 мм. Диаметры круглых волноводов, расположенных в центрах плоских зеркал, равны 24 мм. Элементы связи обоих резонаторов представляют собой плавные переходы с пониженного сечения $3,6 \times 0,14$ мм на основное сечение волновода $3,6 \times 1,8$ мм. Расстояния, на котором они расположены относительно центров сферических зеркал, определяются максимальным значением напряженности электрического поля возбуждаемых в обоих резонаторах колебаний TM_{0137} и равны 9,4 мм.

Первоначально в оба резонатора на поршни в круглых волноводах помещаются измерительные ячейки 14, имеющие одни и те же геометрические размеры. В момент резонанса сигнал с выхода эталонного резонатора через поляризационный измерительный аттенюатор 7 поступает на детекторную секцию 9. Далее сигнал с выхода широкополосного усилителя 10 (УЗ-29) заводится на осциллограф 11. Аналогичным образом сигнал с выхода измерительного резонатора через поляризационный измерительный аттенюатор 7, детекторную секцию 9, широкополосный усилитель 10 (УЗ-29) также поступает на осциллограф 11. Путем механической перестройки одного из резонаторов добиваемся совпадения их резонансных частот. Благодаря этому мы исключаем всякие механические неточности, связанные с изготовлением резонаторов. В качестве следующего шага заменяем ячейку 14 в измерительном резонаторе на ячейку 15, вещество в которой имеет другие электрофизические параметры. Следовательно, резонансная частота измерительного ОР станет другой. И ее сдвиг относительно частоты эталонного резонатора можно оценить на экране осциллографа, поскольку мы знаем абсолютный масштаб частоты благодаря боковым меткам. Для более точного определения сдвига резонансной частоты измерительного ОР в схему включены дополнительные элементы.

Границы девиации несущей частоты ЛПД определяются резонансами эталонного резонатора, которые возникают в тот момент, когда несущая или одна из боковых частот спектра ЛПД будут равны частоте его вынужденных колебаний $f_{ЭГ}$. Сигнал от эталонного резо-

натора поступає на варактор 2, що в итоге приводить до протилежного напрямку зміни частоти. Следователно, величина девиации частоты ЛПД равна частоте модуляції F , поступающей от генератора высокочастотных сигналов Г4-107. В том случае, когда частота ЛПД проходит полосу пропускания измерительного резонатора, на усилитель 9 поступает сигнал, имеющий форму частотной характеристики резонатора. Первая производная этого сигнала обращается в нуль в момент совпадения несущей частоты ЛПД с частотой вынужденных колебаний измерительного резонатора. Поэтому в измерительную схему включено устройство дифференцирования частотной характеристики 16. Далее сигнал поступает на дискриминатор 17, в котором вырабатывается напряжение, пропорциональное расстоянию между репером и точкой, в которой изменяется знак первой производной частотной характеристики измерительного резонатора. Это напряжение и характеризует изменение резонансной частоты ОР с ячейкой 15. Все сигналы поступают на блок управления 18, к которому подключается персональный компьютер и генератор синхронизирующих импульсов 19.

Выводы. Метод диелектрометрии дає можливість подійти до дослідженню проблеми по підвищенню життєспособности спермиев животиных при их криообработке с помощью акустического поля. Для контролю за оброботкой намікрообъектов КРС перед их криоконсервацией, которые забезпечивали бы устійчивость мікрообъектов к низким температурам и підвищали их оплодотворяемость после размораживання акустическими колебаннями, необходимо использовать метод измерения сдвига резонансной частоты оптического резонатора (ОР).

Литература

- 1.Граменецкий Е.М., Прижизненная окраска клеток и тканей. /Е.М Граменецкий. - Л. : Медизд, 1963. - 161 с.
- 2.Shwan Н. Р. Microwave radiation: biophysical considerations and standards criteria / Н. Р Shwan. // IEEE Trans. BiomedEnd, 1972. – Vol. 19. – № 4. – Р. 304-312.
- 3.Челидзе Т. Л. Электрическая спектроскопия гетерогенных систем /Т. Л Челидзе., А. И Деревянко., О. Д Куриленко.– К. : Наук.думка, 1965. – 702 с.
- 4.Grant E. N. The structure of water neighboring proteins, peptides and aminoacids as deduced from dielectric measurements / E. N Grant //Ann. Nev. York. Acad. Sci., 1965. – 125. –Р. 418-427.
- 5.КаишурВ. А. Исследования гидратации глобулярных белков дифференциальным диелектрометрическим методом /В.АКаишур.,В.

Я., Малеев, Т. Ю Щеголева //Молекул. биология, 1976. – 10. – № 3. – С. 568-575.

6. *Harvey S. R.* The state of surface bound water on lysozyme / *S. R. Harvey* Doct. diss., Dartmouthcollege. –HanoverNew Hampshire, 1971. – 124 p.

АКУСТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ВІДТВОРЕННЯ ТВАРИН

Кунденко М.П., Черенков А.Д.

Анотація – запропоновано використовувати ультразвукові коливання, як засіб збільшення криорезистивності біологічних об'єктів та пошук способів додаткової криозахисту їх структури.

ACOUSTIC TECHNOLOGY PROCESS IN REPRODUCTION OF ANIMALS

N. Kundenko, A.Cherenkov

Summary

Proposed to use ultrasonic vibrations increase as kryorezystyvnosti biological objects and finding ways to more kryozahystu their structure.



ВИЗНАЧЕННЯ МЕТАЛЕВОГО КОНТАКТУ ПРИ АБРАЗИВНОМУ ЗНОШУВАННІ ДЕТАЛЕЙ СПРЯЖЕНЬ ТРА- НСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Журавель Д.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-25-85

Ключові слова – абразивне зношування, транспортний засіб, металевий контакт, пара тертя, ресурс, прогнозування.

Анотація – робота присвячена визначенню металевого контакту при уточненні виду зношування деталей спряжень транспортних засобів з метою більш точного прогнозування ресурсу.

Постановка проблеми. В основному, всі пари тертя агрегатів транспортних засобів в середовищі вуглеводневих рідин, працюють в умовах граничного або рідинного тертя. Проте, за наявності великого тиску, особливо на зубах шестерень, спостерігається витискування масляного клину з появою металевого контакту, який призводить до інтенсивного зношування. Тому при прогнозуванні надійності агрегатів транспортних засобів по точності, необхідно враховувати можливість металевого контакту пар тертя.

Аналіз останніх досліджень. Питанням зношування основних спряжень агрегатів транспортних засобів присвячено багато робіт [1,2]. Проте, вони, в основному, засновані на статистичних матеріалах зношування спряжень агрегатів транспортних засобів. Питанням наявності металевого контакту і переходу на інший вид зношування не приділялося великої уваги [2]. Тому питання прогнозування точності обробки деталей трибоспряжень носили відносний характер [1]. Для точнішого прогнозування зносу зубчатого зачеплення трансмісії необхідно уточнення виду зношування, яке буде залежати від наявності металевого контакту.

Формулювання мети статті. Метою статті є встановлення величини металевого контакту при абразивному зношуванні трибоспряжень транспортних засобів.

Основна частина. Металеві поверхні мають шорсткість на атомному рівні і при зіткненні контактують через найбільш виступаючі нерівності. У металів роль таких нерівностей відіграють також частинки механічних домішок. При малих навантаженнях вони можуть сприймати

велику частину або навіть все навантаження в цілому.

Якщо число частинок на одиницю площі дорівнює N , а площа області впливу α , тоді

$$\alpha = \frac{\pi \cdot \omega^2}{4}, \quad (1)$$

де ω – діаметр механічної частинки;

Вірогідність відсутності прямого контакту, згідно [1], дорівнює

$$P = 1 - \exp(-\alpha N), \quad (2)$$

звідси вірогідність прямого контакту буде мати вигляд

$$P_0 = 1 - P = \exp(-\alpha N), \quad (3)$$

На підставі аналізу абразивного середовища роботи трибоспрязень можна визначити вірогідність прямого контакту. У таблиці 1 приведені розрахунки вірогідності прямого контакту.

Таблиця 1 – Вірогідність прямого контакту

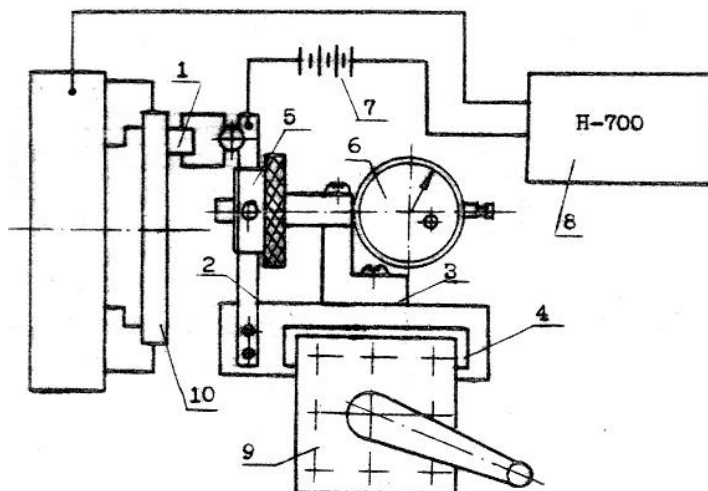
Групи спряжень	Повна площа впливу $\alpha \cdot N$	Вірогідність прямого контакту, P_0
Зубчате зачеплення	$11,15 \cdot 10^3$	0,00004
Підшипник ковзання	$102 \cdot 10^8$	0,00001
Підшипник кочення	$313 \cdot 10^8$	0,00002

Таким чином, вірогідність того, що при ковзанні зубу по зубу шестерень величина прямого контакту буде незначна.

Експериментально, величина металевго контакту визначалася на спеціальній установці (рисунок 1).

На токарному верстаті встановлений сталевий диск -10. У різцетримачі - 9 ізольовано від маси верстата закріплена пружна балка - 2 із зразком - 1 (110×10×15 мм). За рахунок деформації пружної балки зразок можна притискувати до диска з різною силою тиску, яка вимірюється за допомогою індикаторних головок -5,6. До корпусу верстата і до зразка через джерело струму - 7 напругою 2В підключений осцилограф - 8.

За наявності металевго контакту між диском і зразком ланцюг замикається і осцилограф дає максимальний імпульс. За відсутності контакту – ланцюг розімкнений – з'являється нульовий імпульс.



1-зразок; 2-пружна балка; 3-тримач; 4-зажим; 5,6-індикаторні головки; 7-джерело струму; 8-осцилограф; 9-різцетримач; 10-стальний диск.

Рис. 1. Схема установки для визначення металевго контакту.

Експеримент проводився при зміні параметрів середовища (чис- те тертя, абразив, абразив із маслом), тиск (від 10^4 Па до 40^5 Па), шви- дкості відносного переміщення (від 0,083 м/с до 0,27 м/с).

На рисунку 2 представлені осцилограми металевго контакту трибоспряжень (сталь - сталь) за наявності масла з абразивом.

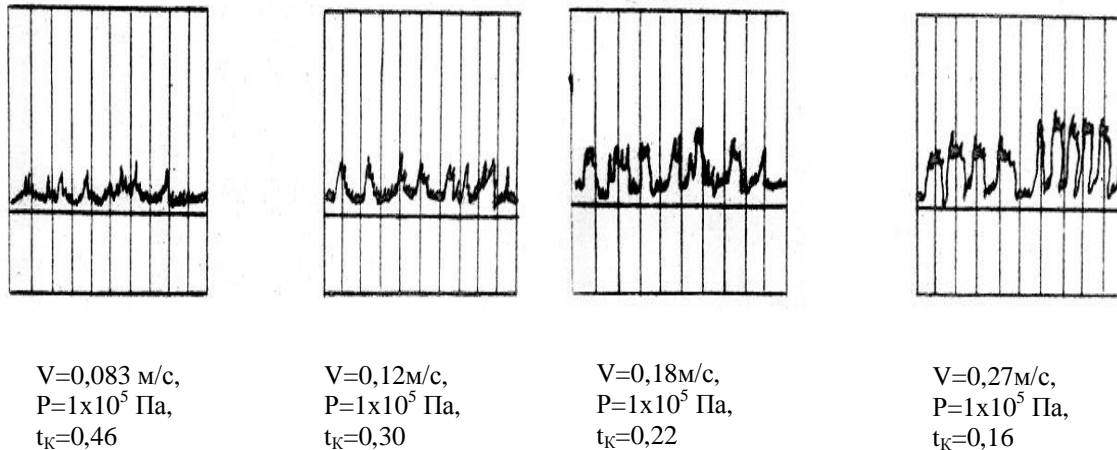


Рис. 2. Осцилограми металевго контакту.

Зміна величини металевго контакту t_k , який є відношенням часу контакту до часу відсутності контакту $t_k = \frac{t'_k}{t_{0k}}$ залежно від швидкості ві- дносного переміщення при тиску 10^5 Па представлено на рисунку 3.

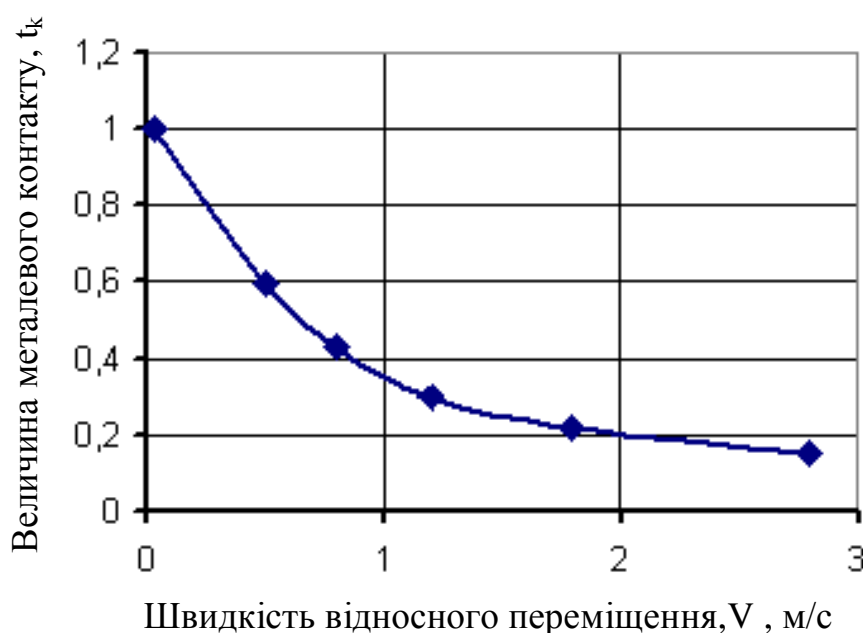


Рис. 3. Вплив швидкості відносного переміщення деталей спряження на величину металевого контакту t_k .

З цього рисунка видно, що при швидкості відносного переміщення трибоспряжень менше 0,057 м/с існує, в основному, металевий контакт, який із збільшенням швидкості зменшується згідно емпіричній залежності

$$t_k = 14,7 \cdot V^{-0,27}, \quad (4)$$

Із збільшенням навантаження величина металевого контакту збільшується, так при $P = 10^5$ Па, $t_k = 0,54$, а якщо $P = 40,0 \cdot 10^5$ Па, то $t_k = 0,74$.

Великий інтерес представляє величина металевого контакту при терті трибоспряжень за наявності абразиву.

Абразив – це абразивні зерна, які знаходилися або потрапили в процесі зношування між тілами, що труться, і, упродовж у поверхневий шар металів, утворили мікрорізці.

За наявності абразиву, що упродовж, на осцилограмі спостерігаються ділянки відсутності всякого металевого зв'язку між тілами, що труться, а при малому тиску $P = 10^4$ Па величина металевого контакту досягає 0,18, при швидкості відносного переміщення $V = 0,083$ м/с, тоді як при $P = 10^5$ Па, величина металевого контакту досягає 0,52 при тій же швидкості відносного переміщення.

Висновки. Проведені дослідження показали, що:

1. Частинка, що знаходиться на поверхні, охоплює сферу впливу значно більшу, ніж її власний поперечний перетин;

2. Чим більше концентрація частинок механічних домішок, тим більше сфера впливу частинок. У той же час, якщо висота поверхні нерівностей перевищує розміри частинок, або якщо концентрація механічних домішок мала, то слід враховувати тільки металевий контакт, і при розрахунку зношування слід застосовувати теорію пластичного або пружного контакту;

3. Якщо ж навантаження достатньо велике, то завдяки пластичному перебігу матеріалу навколо частинок механічних домішок, металевий контакт стає можливим. Практично це призводить до безперервного впровадження частинок механічних домішок, тобто утворення абразиву, що упровадився, тоді теоретичний розрахунок зношування потрібно проводити як процес мікрорізання.

Література

1. Юдовинський В.Б. Визначення металевого контакту при абразивному зношуванні / В.Б.Юдовинський, О.В. Пеньов // Вісник Сумського національного аграрного університету.- № 2.- Суми, 2011.–С. 87-93.

2. Юдовинський В.Б. Кінетика впровадження абразивного зерна в поверхневий шар металу/ В.Б.Юдовинський, О.В.Пеньов., С.В. Кюрчев //Вісник Львівського НАУ: Агроінженерні дослідження. - №14. –Львів, 2010. – С. 124-129.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОНТАКТА ПРИ АБРАЗИВНОМ ИЗНОСЕ ДЕТАЛЕЙ СОПРЯЖЕНИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Журавель Д.П.

Аннотация - работа посвящена определению металлического контакта при уточнении вида изнашивания деталей сопряжении транспортных средств для более точного прогнозирования ресурса.

DETERMINATION OF METAL CONTACT DETAILS AB- RASIONS CONJUGATED VEHICLES

D.Juravel

Summary

The work is devoted to defining the metal contact at clarifying the type of wear parts coupled vehicles for more accurate forecasting of resource.



ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОЛИВУ ЗАХИЩЕНОГО ГРУНТУ ПОЖИВНИМИ РОЗЧИНАМИ

Стьопін Ю.О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: (0619) 42-23-41

Анотація – в роботі розглянути питання зміни електропровідності захищеного ґрунту при його поливі.

Ключові слова – захищений ґрунт, поливна вода, електрично заряджені частини, поживний розчин.

Постановка проблеми. Овочівництво захищеного ґрунту відіграє важливу роль у забезпеченні населення овочами. В Україні налічується 3160 га закритого ґрунту. Обсяг виробництва овочів складає 250 тис.т., або 5 кг на душу населення, за нормами 13 кг. Врожайність овочів у закритому ґрунті низька: в зимових теплицях – 21,8 кг/м² [1].

Локальний характер зволоження захищених ґрунтів при мікро- або поверхневому зрошенні зумовлює підвищені вимоги до встановлення якісних і кількісних характеристик процесу формування зон зволоження ґрунтів в залежності від початкової вологості, інтенсивності, об'єму та характеру подання води на поверхню ґрунту. Поряд з цим, не другорядне значення у захищеному ґрунті займає питання підтримки оптимального стану повітря навколо рослин, зокрема температури та вологості повітря, тому що багато рослин вирощуються на шпалерах.

Аналіз останніх досліджень. Вивченню закономірностей формування зон зволоження ґрунту присвячена кількість досліджень як експериментального [1,2], так і теоретичного [2,3] характеру. Проте, незважаючи на це, поки що не запропоновано зручних для практики залежностей для визначення зон зволоженості ґрунтів.

Дослідженнями [5], присвяченими вивченню впливу електричного поля на насіння сільськогосподарських культур встановлено, що напруженість електричного поля служить головним стимулюючим фактором, визнаючи розвиток і продуктивність майбутніх рослин.

Дослідженнями [6], присвяченими вивченню впливу заряду краплин поливної води на розвиток рослин встановлені позитивні зв'язки між певною кількістю заряду іонів повітря – водного розчину та про-

дуктивністю рослин.

Дослідженнями [7] встановлено, що електроактивована вода окрім властивостей біологічної стимуляції набуває при електроактивації значно більшу в порівнянні зі звичайною водою розчинюючу здатність та дезінфікуючу властивості.

Формулювання мети статті. Для оцінки впливу на біологічні об'єкти необхідно дослідити процес поливу захищеного ґрунту поживними розчинами.

Основна частина. Нині у теплицях застосовують декілька способів зволоження ґрунтів. Вибір способу зволоження ґрунту визначають виходячи з фінансових і технологічних можливостей, а також типу культури та інших умов. Кожний з методів поливу має власні переваги та недоліки. В умовах ринкової економіки спосіб зволоження ґрунту вибирають виходячи з мінімальних затрат води та електроенергії.

Витрати води з одиниці поверхні ґрунту визначаються за формулою

$$q = \frac{2\sqrt{D_0}}{\beta k} \left[e^{\beta(w_1 - w_2)} - 1 \right] \frac{1}{\sqrt{t}}, (1)$$

а об'єм води, поглинутої ґрунтом з 1 м^2 поверхні визначається за формулою

$$W = \int_0^t q dt = \frac{4\sqrt{D_0}}{\beta k} \left[e^{\beta(w_1 - w_0)} - 1 \right] \sqrt{t}, (2)$$

де t – час водопоглинання;

W_1 – повна вологоємність;

h – коефіцієнт, який залежить від водно-фізичних властивостей ґрунтів;

D_0 – коефіцієнт дифузії при початковій вологості W_0 ;

β – параметр ґрунтів.

При використанні методу крапленого зрошення враховуються залежність глибини і діаметра зони зволоження від об'єму водоподачі.

$$d = \alpha \cdot Q^m, (3)$$

$$h = \beta \cdot Q^h, (4)$$

де d, h – діаметр і глибина первинної зони зволоження;

Q – об'єм водоподачі;

β, α, m, h – емпіричні коефіцієнти, величина яких залежить від типу ґрунту.

Для оцінки можливості використання електропровідності ґрунту в якості методу контролю вологості ґрунтів проведені дослідження. В різні типи ґрунтів уміщувались металеві електроди, до яких від джерела змінного струму підводилась напруга. Об'єм ґрунту, площа електродів та довжина між електродами в усіх експериментах були однакові. В залежності від витрат води на полив та вологості змінювалась електропровідність ґрунту, величина якої визначалась по формулі

$$q = \frac{I}{V}, \quad (5)$$

де I – струм, який протікає крізь ґрунт;

V – напруга джерела живлення.

Одержані результати (табл. 1) дозволили зробити висновок про те, що поряд з показниками датчиків рівень вологості можна контролювати методом визначення електропровідності ґрунту, а саме, за рахунок підтримки величини струму у необхідних межах.

$$I = \frac{V S W_e}{\rho l}, \quad (6)$$

де S, l – переріз та довжина частки ґрунту;

W_e, ρ – відносна вологості та питомий електричний опір ґрунту.

Дані експерименти показали, що порядок зміни величини НВ і q однаковий. Це вказує на те, що метод контролю електропровідності ґрунту буде об'єктивно відображати картину зміни вологості ґрунту.

У системах автоматичного регулювання вологості застосовують непрямий метод вимірювання, який відрізняється швидкістю. Кондуктометричні датчики визначають вологість середовища по результатам вимірювання електричної провідності, тобто, тим самим методом.

Але якщо порівнювати способи поливу ґрунту, слід відзначити, що при краплинному зволоженні дуже важливе значення має місце встановлення датчика вологості, так як її величина буде змінюватися з кожним сантиметром довжини ґрунту. При дощовому поливі такої проблеми не існує.

Отримані залежності відносної напруженості поля від вологості насіння. Результати свідчать, що відносна діелектрична проникненість шкірки більше за ядро при однакової вологості.

Таблиця 1 – Дані розрахунків

Шар	Відносна діелектрична проникненість при вологості W, %					
	6	10	14	18	22	26
Шкірка	3,8	8,1	15,3	22,1	29,8	36,7
Ядро	0,7	2,6	6,2	9,7	12,9	18,8

При електроактивації водних розчинів відбувається міграція іонів, їх дифузія, електрохімічні реакції розряду іонів та інших часток на електродах, другорядні хімічні реакції продуктів електроактивація між собою з речовинами водного розчину і електродів.

До електродів прикладається напруга

$$U = \varphi_1 + \varphi_2 + I \cdot R_{el} + I \cdot R_{np}, \quad (7)$$

де φ – потенціал електродів;

I – сила струму;

R_{el} – опір електроліту;

R_{np} – опір матеріалів електродів і струмопроводів.

В лабораторних умовах були визначені параметри двох розчинів. Перший склався з води (водопровідна мережа). Другий склався з суміші водопровідної води та рідинного добрива «Вітагран» (якісний склад: азот – 4,5 %, фосфор – 0,75 %, калій – 7,5 %, гумінові сполучення – 19,5 %).

Ступінь розбавлення складала 1 до 50. До електродів підводилась змінна напруга, відстань між електродами – 50 см, площа електродів – 100 см², об'єм розчину – 5 л. Параметри розчину у таблиці 2.

Таблиця 2 – Параметри електроактивованих розчинів

Речовина	Напруга на електродах, В	Струм, мА	Опір шару розчину, Ом	Кінцева температура, °С	Час дії струму, хв
Електроактивована вода	30	12	2500	18	20
Електроактивований поживний розчин	30	14	2143	19	20

Дослідженнями встановлено, що параметри електроактивованих розчинів значно не відрізняються один від одного, тому використання поживного розчину має право на існування. Але об'єктивна оцінка ефективної біостимуляції росту рослин таким засобом потребує проведення додаткових досліджень.

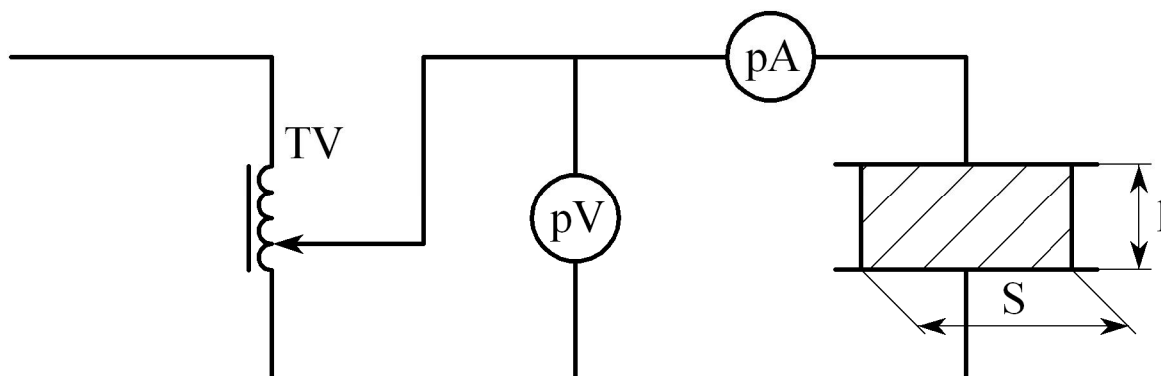


Рис. 1. Схема дослідної установки.

Електропровідність дощової води у Запорізької області

$$\gamma_{\text{д}} = 0,13-0,18 \text{ мС/см.}$$

Електропровідність водопровідної води у Новопилипівському водогоні складає

$$\gamma_{\text{в}} = 0,13-0,18 \text{ мС/см.}$$

Рекомендована електропровідність поливної води:

а) для огірків – 0,4-0,6 мС/см;

б) для томатів – 0,9-1,1 мС/см;

в) для перця – 1,4-1,6 мС/см.

Підготовка поливної води до визначеної електропровідності може бути визначена аналітично за формулою

$$\gamma_n = \frac{\gamma_{\text{д}} \cdot V_n + \gamma_{\text{в}} \cdot V_{\text{в}}}{V_n + V_{\text{в}}}, \quad (8)$$

де $V_n, V_{\text{в}}$ – об'єм дощової та водопровідної води, м³;

$\gamma_{\text{д}}, \gamma_{\text{в}}$ – електропровідності дощової та водопровідної води відповідно, мС/см.

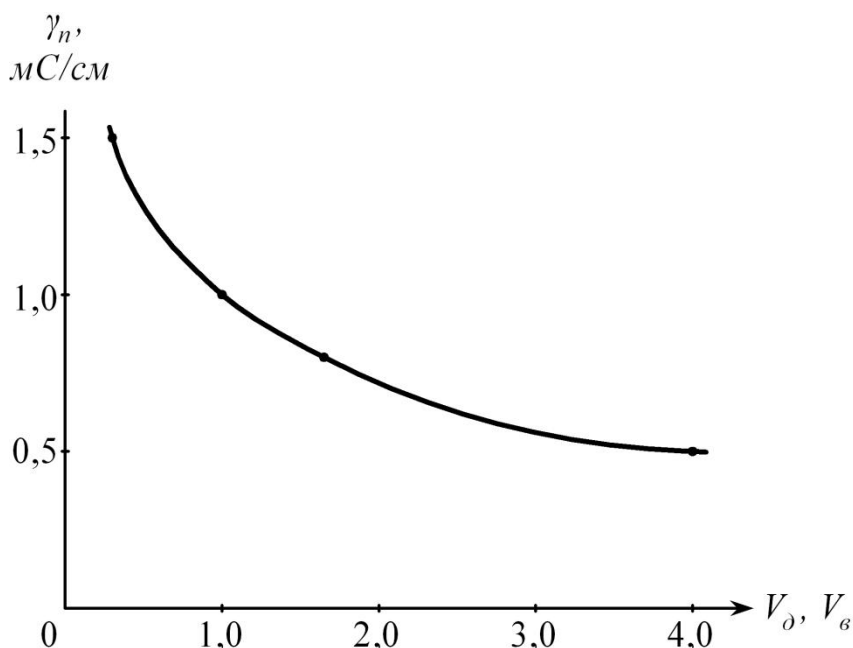


Рис. 2. Залежність потрібної електропровідності поливної води від співвідношення об'ємів дощової та водопровідної води.

Висновки. Використання електроактивованих поживних розчинів дозволяє скоротити кількість технологічних операцій під час вирощування рослин. Збільшення витрат енергії при цьому способі складає 16 %, питомі витрати – 0,08 Вт/л.

Метод вимірювання електропровідності ґрунту дозволяє, таким чином, об'єктивно оцінювати вологість ґрунту при різних способах поливу.

Застосування цього методу дає можливість при певних параметрах ґрунту об'єднувати контроль вологості з електростимуляцією росту рослин.

Література.

1. Аналіз і перспективи розвитку овочівництва закритого ґрунту і насіння овочевих культур / З.І. Гриценкова, Є.П. Білоконь [та ін.] // Овочівництво і баштанництво. – К.: Урожай, 1992. – Вип.37 – С.15-19.
2. Довідник по овочівництву закритого ґрунту / Л.М.Шульгіна, Г.Л. Бондаренко[та ін.]; за ред. Л.М. Шульгіной. – К.: Урожай, 1989. – 246 с.
3. Ксенз Н.В. Интенсификация технологических процессов электроактивацией взаимодействующих сред / Н.В.Ксенз // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 200. – № 5. – С. 31-32.
4. Лебедев С.И. Физиология растений / С.И.Лебедев. – М.: Колос, 1982. – 324 с.
5. Прищеп Л.Г. Эффективная электрификация защищенного ґрунта /Л.Г.Прищеп. – М.: Колос, 1980. – 288 с.

6. Проектирование комплексной электрификации / Л.Г.Прищеп, А.П. Якименко[и др.] ; под ред. Л.Г. Прищеп. – М.: Колос, 1983. – 271 с.

7. Симонов Н.М. Электроактивация водных растворов, применяемых в технологических процессах в АПК / Н.М.Симонов // Растениеводство. – 1996. – № 4. – С. 8-9.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛИВА ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА ПИТАТЕЛЬНЫМИ РАСТВОРАМИ

Стёпин Ю.А.

Аннотация – в работе рассмотрены вопросы изменения электропроводности защищенного грунта при его поливе.

INVESTIGATION OF PROTECTED LAND WATERING WITH NUTRITIOUS SOLUTIONS

Y. Styopin

Summary

The given paper deals with the problem of changing electroconductivity of protected land while watering it.